

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-5331

(P2010-5331A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 3 F 13/00 (2006.01)	A 6 3 F 13/00 P	2 C 0 0 1
A 6 3 F 13/06 (2006.01)	A 6 3 F 13/06	5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	A 6 3 F 13/00 C	5 B 0 8 7
G 0 6 F 3/038 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 3 1 5	
	G 0 6 F 3/038 3 1 0 Y	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2008-171518 (P2008-171518)	(71) 出願人	000233778
(22) 出願日	平成20年6月30日 (2008. 6. 30)		任天堂株式会社
(11) 特許番号	特許第4265814号 (P4265814)		京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 1
(45) 特許公報発行日	平成21年5月20日 (2009. 5. 20)	(74) 代理人	100098291
			弁理士 小笠原 史朗
		(74) 代理人	100130269
			弁理士 石原 盛規
		(72) 発明者	太田 敬三
			京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 1
			任天堂株式会社内
		F ターム (参考)	2C001 AA03 AA17 BA02 BA04 BB04
			BC03 BC08 CA04 CA05 CA06
			5B057 DA07 DB02 DC05
			5B087 AA02 AD01 BC06 BC34 DD03

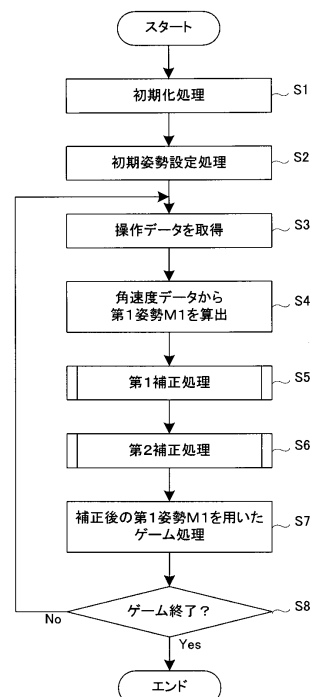
(54) 【発明の名称】 姿勢算出装置、姿勢算出プログラム、ゲーム装置、およびゲームプログラム

(57) 【要約】

【課題】ジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を正確に算出する。

【解決手段】姿勢算出装置は、ジャイロセンサと、加速度センサと、撮像手段とを少なくとも備えた入力装置からデータを取得し、当該入力装置の姿勢を算出する。まず、姿勢算出装置は、ジャイロセンサが検出する角速度に基づいて入力装置の姿勢を算出する。次に、加速度センサが検出する加速度データに基づいて上記姿勢を補正する。さらに、撮像手段が撮像する所定の撮像対象の画像に基づいて上記姿勢を補正する。

【選択図】図 1 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ジャイロセンサと、加速度センサと、撮像手段とを少なくとも備えた入力装置からデータを取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置であって、

前記ジャイロセンサが検出する角速度に基づいて前記入力装置の第 1 の姿勢を算出する姿勢算出手段と、

前記加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第 2 の姿勢とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第 1 の姿勢が前記第 2 の姿勢に近くなるように前記第 1 の姿勢を前記第 2 の姿勢へと近づける補正を行う第 1 補正手段と、

前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第 3 の姿勢とし、当該第 3 の姿勢に所定の割合で前記第 1 の姿勢を近づける補正を行う第 2 補正手段とを備え、

前記第 1 補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさとの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行い、

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きに基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向に関する姿勢を算出する、姿勢算出装置。

【請求項 2】

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いているか否かを前記第 1 の姿勢に基づいて判定し、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いている場合のみ、前記補正を行う、請求項 1 に記載の姿勢算出装置。

【請求項 3】

前記第 2 補正手段は、前記第 1 補正手段による補正後の第 1 の姿勢に対して補正を行う、請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出装置によって補正された前記第 1 の姿勢を前記入力装置の姿勢として用いてゲーム処理を行うゲーム装置。

【請求項 5】

ジャイロセンサと、加速度センサと、撮像手段とを少なくとも備えた入力装置からデータを取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置のコンピュータにおいて実行される姿勢算出プログラムであって、

前記ジャイロセンサが検出する角速度に基づいて前記入力装置の第 1 の姿勢を算出する姿勢算出手段と、

前記加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第 2 の姿勢とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第 1 の姿勢が前記第 2 の姿勢に近くなるように前記第 1 の姿勢を前記第 2 の姿勢へと近づける補正を行う第 1 補正手段と、

前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第 3 の姿勢とし、当該第 3 の姿勢に所定の割合で前記第 1 の姿勢を近づける補正を行う第 2 補正手段として前記コンピュータを機能させ、

前記第 1 補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさとの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行い、

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きに基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向に関する姿勢を算出する、姿勢算出プログラム。

【請求項 6】

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いているか否かを前記第 1 の姿勢に基づいて判定し、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いている場合のみ、前記補正を行う、請求項 5 に記載の姿勢算出プログラム。

【請求項 7】

前記第 2 補正手段は、前記第 1 補正手段による補正後の第 1 の姿勢に対して補正を行う、請求項 5 または請求項 6 に記載の姿勢算出プログラム。

【請求項 8】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出プログラムによって補正された前記第 1 の姿勢を前記入力装置の姿勢として用いてゲーム処理を行うゲームプログラム。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、姿勢算出装置または姿勢算出プログラムに関し、より特定的には、入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置または姿勢算出プログラムに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、加速度センサおよびジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を算出する技術が考えられている。例えば、特許文献 1 には、加速度センサおよびジャイロセンサを備えた入力制御装置を使用するゲーム装置が記載されている。このゲーム装置は、ゲームキャラクタが持つ刀を入力制御装置の動きに応じて制御するものである。具体的には、加速度センサの出力に基づいて刀を振る動作のデータが作成され、ジャイロセンサの出力に基づいて刀の姿勢のデータが作成される。

20

【特許文献 1】特開 2000-308756 号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

上記特許文献 1 のようにジャイロセンサを用いて姿勢を算出する場合、算出される姿勢と入力制御装置の実際の姿勢との間に誤差が生じる。入力制御装置の動きが遅い場合に入力制御装置の角速度がジャイロセンサによって検知されなかったり、逆に、入力制御装置の動きが激しい場合に入力制御装置の角速度がジャイロセンサの検知可能な範囲を超えてしまったりすること等が生じる場合があるからである。また、角速度データの出力の間隔よりも短い期間中に角速度が急激に変化するような場合にも、誤差が発生する可能性がある。そして、角速度から算出される姿勢には、時間とともに角速度の誤差が蓄積されていくことになるので姿勢の誤差が大きくなっていくことになる。特許文献 1 では、ジャイロセンサから算出される姿勢の誤差を想定していないために、姿勢を正確に算出することができないおそれがある。

30

【0004】

それ故、本発明の目的は、ジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を正確に算出することができる姿勢算出装置または姿勢算出プログラムを提供することである。

40

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本発明は、上記の課題を解決するために、以下の構成を採用した。なお、本欄における括弧内の参照符号および補足説明等は、本発明の理解を助けるために後述する実施形態との対応関係を示したものであって、本発明を何ら限定するものではない。

【0006】

本発明は、ジャイロセンサ(55, 56)と、加速度センサ(37)と、撮像手段(撮像素子 40)とを少なくとも備えた入力装置(8)からデータ(操作データ)を取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置(ゲーム装置 3)である。姿勢算出装置は、

50

姿勢算出手段（ステップ S 4 を実行する CPU 1 0。以下、単にステップ番号のみを記載する。）と、第 1 補正手段（S 5）と、第 2 補正手段（S 6）とを備える。姿勢算出手段は、ジャイロセンサが検出する角速度（角速度データ 6 3）に基づいて前記入力装置の第 1 の姿勢（第 1 姿勢データ 6 8）を算出する。第 1 補正手段は、前記加速度データ（6 4）が示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第 2 の姿勢（角度 $\theta 2$ ）とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第 1 の姿勢（角度 $\theta 1$ ）が前記第 2 の姿勢に近くなるように前記第 1 の姿勢を前記第 2 の姿勢へと近づける補正を行う（S 1 8, S 2 1）。第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第 3 の姿勢（第 3 姿勢データ 7 6）とし、当該第 3 の姿勢に所定の割合で前記第 1 の姿勢を近づける補正を行う（S 3 7）。さらに、前記第 1 補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさとの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行う（S 1 5）。前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きに基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢（ロール姿勢成分データ 7 3）を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向（実施形態では、ヨー方向のみ）に関する姿勢（ヨー姿勢成分データ 7 4）を算出する。

【0007】

上記によれば、ジャイロセンサを用いて算出される第 1 の姿勢は、加速度データおよび撮像対象の画像に基づいて補正される。これによって、ジャイロセンサから算出される姿勢の誤差を補正することができるので、ジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を正確に算出することができる。また、上記によれば、加速度センサの検出結果である加速度から決まる第 2 の姿勢へと第 1 の姿勢を近づけることによって、第 2 の姿勢を用いて第 1 の姿勢を容易に補正することができる。同様に、撮像手段による撮像画像から決まる第 3 の姿勢へと第 1 の姿勢を近づけることによって、第 3 の姿勢を用いて第 1 の姿勢を容易に補正することができる。

【0008】

さらに、上記によれば、加速度センサによって検出された加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど、第 2 の姿勢が補正後の姿勢により強く反映されることになる。ここで、加速度センサの検出結果は、加速度の大きさが重力加速度の大きさが近いほど、重力加速度の方向をより正確に示していると推測され、第 2 の姿勢がより正確であると推測される。上記の発明によれば、第 2 の姿勢が正確である場合には第 1 の姿勢がより補正されて第 2 の姿勢に近くなり、第 2 の姿勢があまり正確ではない場合には第 1 の姿勢があまり補正されないので、補正後の姿勢をより正確に算出することができる。

【0009】

また、上記によれば、加速度センサによって検出された加速度の大きさと重力加速度の大きさとの差が所定の基準以上である場合には、第 1 補正手段は補正を行わない。つまり、加速度センサの検出結果が重力加速度の方向を正確に示していないと推測される場合には（不正確な）第 2 の姿勢を用いた補正を行わないようにすることによって、結果的に、姿勢をより正確に算出することができる。

【0010】

なお、撮像画像を用いた補正は、撮像手段が撮像対象を撮像していなければ行うことができないので、第 2 補正処理を行うことができない場合と、第 2 補正処理を行うことができる場合とがある。ここで、仮に、第 2 補正手段が補正後の第 1 の姿勢を第 3 の姿勢と一致させるように補正を行うとすれば、第 2 補正処理を行うことができない状態から第 2 補正処理を行うことができる状態へと移行した場合、第 1 の姿勢が第 2 補正処理によって急激に変化してしまうおそれがある。これに対して、上記の発明では第 1 の姿勢を所定の割合で第 3 の姿勢へと近づけるので、上記の場合においても第 1 の姿勢が急激に変化してしまうことを防止することができる。したがって、第 1 の姿勢が急激に変化することによ

てユーザが操作に違和感を感じることを防止することができ、入力装置の操作性を向上することができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、上記によれば、撮像手段による撮像画像内での撮像対象の向きに基づいてロール方向、ならびに、ピッチおよび／またはヨー方向に関する姿勢を算出するので、当該各回転方向の姿勢を正確に算出することができる。したがって、第3の姿勢をより正確に算出することができ、ひいては、補正後の第1の姿勢をより正確に算出することができる。

【 0 0 1 2 】

また、第2補正手段は、撮像手段が所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いているか否かを第1の姿勢に基づいて判定し、撮像手段が所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いている場合のみ、補正を行ってもよい。

10

【 0 0 1 3 】

ここで、撮像手段は、所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いていない場合において撮像対象ではない物を（撮像対象であると）誤検出する可能性がある。このとき、不正確な第3の姿勢が算出されてしまう結果、補正が正しく行われぬおそれがある。これに対して、上記の発明によれば、上記の場合には補正が行われぬので、不正確な第3の姿勢を用いて第1の姿勢が補正されることを防止することができ、ひいては、第1の姿勢をより正確に算出することができる。

【 0 0 1 4 】

また、第2補正手段は、第1補正手段による補正後の第1の姿勢に対して補正を行ってもよい。

20

【 0 0 1 5 】

上記によれば、加速度センサの検出結果から決められる第1の姿勢を用いた補正が先に行われた後で、撮像画像から決められる第2の姿勢を用いた補正が行われる。すなわち、最終的な補正結果においては、第2の姿勢を用いた補正の方が優先して反映されることとなる。一般的には、第2の姿勢の方が第1の姿勢よりも正確であると考えられるので、第2の姿勢を用いた補正を優先して補正結果に反映させることにより、より正確な姿勢を算出することができる。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、上記の発明における姿勢算出装置によって補正された第1の姿勢を入力装置の姿勢として用いてゲーム処理を行うゲーム装置として提供されてもよい。

30

【 0 0 1 7 】

上記によれば、ゲームのプレイヤは、加速度データおよび撮像対象の画像に基づいて補正された正確な第1の姿勢をゲーム入力として用いてゲーム操作を行うことができるので、入力装置の姿勢に応じたゲーム操作の操作性を向上することができる。

【 0 0 1 8 】

また、本発明は、情報処理装置のコンピュータを上記各手段として機能させる姿勢算出プログラムあるいはゲームプログラムの形態で実施されてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

40

本発明によれば、ジャイロセンサを用いて算出される姿勢は、加速度データおよび／または撮像対象の画像に基づいて補正される。これによって、ジャイロセンサから算出される姿勢の誤差を補正することができるので、ジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を正確に算出することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

[ゲームシステムの全体構成]

図1を参照して、本発明の一実施形態に係る姿勢算出装置の一例であるゲーム装置を含むゲームシステム1について説明する。図1は、ゲームシステム1の外観図である。以下、据置型のゲーム装置を一例にして、本実施形態のゲーム装置およびゲームプログラムに

50

について説明する。図 1 において、ゲームシステム 1 は、テレビジョン受像器（以下、単に「テレビ」と記載する）2、ゲーム装置 3、光ディスク 4、入力装置 8、およびマーカ部 6 を含む。本システムは、入力装置 8 を用いたゲーム操作に基づいてゲーム装置 3 でゲーム処理を実行するものである。

【0021】

ゲーム装置 3 には、当該ゲーム装置 3 に対して交換可能に用いられる情報記憶媒体の一例である光ディスク 4 が脱着可能に挿入される。光ディスク 4 には、ゲーム装置 3 において実行されるためのゲームプログラムが記憶されている。ゲーム装置 3 の前面には光ディスク 4 の挿入口が設けられている。ゲーム装置 3 は、挿入口に挿入された光ディスク 4 に記憶されているゲームプログラムを読み出して実行することによってゲーム処理を実行する。

10

【0022】

ゲーム装置 3 には、表示装置の一例であるテレビ 2 が接続コードを介して接続される。テレビ 2 は、ゲーム装置 3 において実行されるゲーム処理の結果得られるゲーム画像を表示する。また、テレビ 2 の画面の周辺（図 1 では画面の上側）には、マーカ部 6 が設置される。マーカ部 6 は、その両端に 2 つのマーカ 6 R および 6 L を備えている。マーカ 6 R（マーカ 6 L も同様）は、具体的には 1 以上の赤外 LED であり、テレビ 2 の前方に向かって赤外光を出力する。マーカ部 6 はゲーム装置 3 に接続されており、ゲーム装置 3 はマーカ部 6 が備える各赤外 LED の点灯を制御することが可能である。

【0023】

20

入力装置 8 は、自機に対して行われた操作の内容を示す操作データをゲーム装置 3 に与えるものである。本実施形態では、入力装置 8 はコントローラ 5 とジャイロセンサユニット 7 とを含む。詳細は後述するが、入力装置 8 は、コントローラ 5 に対してジャイロセンサユニット 7 が着脱可能に接続されている構成である。コントローラ 5 とゲーム装置 3 とは無線通信によって接続される。本実施形態では、コントローラ 5 とゲーム装置 3 との間の無線通信には例えば Bluetooth（ブルートゥース）（登録商標）の技術が用いられる。なお、他の実施形態においてはコントローラ 5 とゲーム装置 3 とは有線で接続されてもよい。

【0024】

[ゲーム装置 3 の内部構成]

30

次に、図 2 を参照して、ゲーム装置 3 の内部構成について説明する。図 2 は、ゲーム装置 3 の構成を示すブロック図である。ゲーム装置 3 は、CPU 10、システム LSI 11、外部メインメモリ 12、ROM / RTC 13、ディスクドライブ 14、および AV - IC 15 等を有する。

【0025】

CPU 10 は、光ディスク 4 に記憶されたゲームプログラムを実行することによってゲーム処理を実行するものであり、ゲームプロセッサとして機能する。CPU 10 は、システム LSI 11 に接続される。システム LSI 11 には、CPU 10 の他、外部メインメモリ 12、ROM / RTC 13、ディスクドライブ 14 および AV - IC 15 が接続される。システム LSI 11 は、それに接続される各構成要素間のデータ転送の制御、表示すべき画像の生成、外部装置からのデータの取得等の処理を行う。システム LSI の内部構成について後述する。揮発性の外部メインメモリ 12 は、光ディスク 4 から読み出されたゲームプログラムや、フラッシュメモリ 17 から読み出されたゲームプログラム等のプログラムを記憶したり、各種データを記憶したりするものであり、CPU 10 のワーク領域やバッファ領域として用いられる。ROM / RTC 13 は、ゲーム装置 3 の起動用のプログラムが組み込まれる ROM（いわゆるブート ROM）と、時間をカウントするクロック回路（RTC: Real Time Clock）とを有する。ディスクドライブ 14 は、光ディスク 4 からプログラムデータやテクスチャデータ等を読み出し、後述する内部メインメモリ 11 e または外部メインメモリ 12 に読み出したデータを書き込む。

40

【0026】

50

また、システム L S I 1 1 には、入出力プロセッサ (I / O プロセッサ) 1 1 a、G P U (G r a p h i c s P r o c e s s o r U n i t) 1 1 b、D S P (D i g i t a l S i g n a l P r o c e s s o r) 1 1 c、V R A 1 d、および内部メインメモリ 1 1 e が設けられる。図示は省略するが、これらの構成要素 1 1 a ~ 1 1 e は内部バスによって互いに接続される。

【 0 0 2 7 】

G P U 1 1 b は、描画手段の一部を形成し、C P U 1 0 からのグラフィクスコマンド (作画命令) に従って画像を生成する。V R A M 1 1 d は、G P U 1 1 b がグラフィクスコマンドを実行するために必要なデータ (ポリゴンデータやテクスチャデータ等のデータ) を記憶する。画像が生成される際には、G P U 1 1 b は、V R A M 1 1 d に記憶されたデータを用いて画像データを作成する。

10

【 0 0 2 8 】

D S P 1 1 c は、オーディオプロセッサとして機能し、内部メインメモリ 1 1 e や外部メインメモリ 1 2 に記憶されるサウンドデータや音波形 (音色) データを用いて、音声データを生成する。

【 0 0 2 9 】

上述のように生成された画像データおよび音声データは、A V - I C 1 5 によって読み出される。A V - I C 1 5 は、読み出した画像データを A V コネクタ 1 6 を介してテレビ 2 に出力するとともに、読み出した音声データを、テレビ 2 に内蔵されるスピーカ 2 a に出力する。これによって、画像がテレビ 2 に表示されるとともに音がスピーカ 2 a から出力される。

20

【 0 0 3 0 】

入出力プロセッサ 1 1 a は、それに接続される構成要素との間でデータの送受信を実行したり、外部装置からのデータのダウンロードを実行したりする。入出力プロセッサ 1 1 a は、フラッシュメモリ 1 7、無線通信モジュール 1 8、無線コントローラモジュール 1 9、拡張コネクタ 2 0、およびメモリカード用コネクタ 2 1 に接続される。無線通信モジュール 1 8 にはアンテナ 2 2 が接続され、無線コントローラモジュール 1 9 にはアンテナ 2 3 が接続される。

【 0 0 3 1 】

入出力プロセッサ 1 1 a は、無線通信モジュール 1 8 およびアンテナ 2 2 を介してネットワークに接続し、ネットワークに接続される他のゲーム装置や各種サーバと通信することができる。入出力プロセッサ 1 1 a は、定期的にフラッシュメモリ 1 7 にアクセスし、ネットワークへ送信する必要があるデータの有無を検出し、当該データが有る場合には、無線通信モジュール 1 8 およびアンテナ 2 2 を介してネットワークに送信する。また、入出力プロセッサ 1 1 a は、他のゲーム装置から送信されてくるデータやダウンロードサーバからダウンロードしたデータを、ネットワーク、アンテナ 2 2 および無線通信モジュール 1 8 を介して受信し、受信したデータをフラッシュメモリ 1 7 に記憶する。C P U 1 0 はゲームプログラムを実行することにより、フラッシュメモリ 1 7 に記憶されたデータを読み出してゲームプログラムで利用する。フラッシュメモリ 1 7 には、ゲーム装置 3 と他のゲーム装置や各種サーバとの間で送受信されるデータの他、ゲーム装置 3 を利用してプレイしたゲームのセーブデータ (ゲームの結果データまたは途中データ) が記憶されてもよい。

30

40

【 0 0 3 2 】

また、入出力プロセッサ 1 1 a は、コントローラ 5 から送信される操作データをアンテナ 2 3 および無線コントローラモジュール 1 9 を介して受信し、内部メインメモリ 1 1 e または外部メインメモリ 1 2 のバッファ領域に記憶 (一時記憶) する。

【 0 0 3 3 】

さらに、入出力プロセッサ 1 1 a には、拡張コネクタ 2 0 およびメモリカード用コネクタ 2 1 が接続される。拡張コネクタ 2 0 は、U S B や S C S I のようなインターフェースのためのコネクタであり、外部記憶媒体のようなメディアを接続したり、他のコントロー

50

ラのような周辺機器を接続したり、有線の通信用コネクタを接続することによって無線通信モジュール 18 に替えてネットワークとの通信を行ったりすることができる。メモリカード用コネクタ 21 は、メモリカードのような外部記憶媒体を接続するためのコネクタである。例えば、入出力プロセッサ 11a は、拡張コネクタ 20 やメモリカード用コネクタ 21 を介して外部記憶媒体にアクセスし、外部記憶媒体にデータを保存したり、外部記憶媒体からデータを読み出したりすることができる。

【0034】

ゲーム装置 3 には、電源ボタン 24、リセットボタン 25、およびイジェクトボタン 26 が設けられる。電源ボタン 24 およびリセットボタン 25 は、システム LSI 11 に接続される。電源ボタン 24 がオンされると、ゲーム装置 3 の各構成要素に対して、図示しない AC アダプタを経て電源が供給される。リセットボタン 25 が押されると、システム LSI 11 は、ゲーム装置 3 の起動プログラムを再起動する。イジェクトボタン 26 は、ディスクドライブ 14 に接続される。イジェクトボタン 26 が押されると、ディスクドライブ 14 から光ディスク 4 が排出される。

【0035】

〔入力装置 8 の構成〕

次に、図 3 ~ 図 6 を参照して、入力装置 8 について説明する。図 3 は、入力装置 8 の外觀構成を示す斜視図である。図 4 は、コントローラ 5 の外觀構成を示す斜視図である。図 3 は、コントローラ 5 の上側後方から見た斜視図であり、図 4 は、コントローラ 5 を下側前方から見た斜視図である。

【0036】

図 3 および図 4 において、コントローラ 5 は、例えばプラスチック成型によって形成されたハウジング 31 を有している。ハウジング 31 は、その前後方向（図 3 に示す Z 軸方向）を長手方向とした略直方体形状を有しており、全体として大人や子供の片手で把持可能な大きさである。プレイヤは、コントローラ 5 に設けられたボタンを押下すること、および、コントローラ 5 自体を動かしてその位置や姿勢を変えることによってゲーム操作を行うことができる。

【0037】

ハウジング 31 には、複数の操作ボタンが設けられる。図 3 に示すように、ハウジング 31 の上面には、十字ボタン 32a、1 番ボタン 32b、2 番ボタン 32c、A ボタン 32d、マイナスイボタン 32e、ホームボタン 32f、プラスボタン 32g、および電源ボタン 32h が設けられる。本明細書では、これらのボタン 32a ~ 32h が設けられるハウジング 31 の上面を「ボタン面」と呼ぶことがある。一方、図 4 に示すように、ハウジング 31 の下面には凹部が形成されており、当該凹部の後面側傾斜面には B ボタン 32i が設けられる。これらの各操作ボタン 32a ~ 32i には、ゲーム装置 3 が実行するゲームプログラムに応じた機能が適宜割り当てられる。また、電源ボタン 32h は遠隔からゲーム装置 3 本体の電源をオン / オフするためのものである。ホームボタン 32f および電源ボタン 32h は、その上面がハウジング 31 の上面に埋没している。これによって、プレイヤがホームボタン 32f または電源ボタン 32h を誤って押下することを防止することができる。

【0038】

ハウジング 31 の後面にはコネクタ 33 が設けられている。コネクタ 33 は、コントローラ 5 に他の機器（例えば、ジャイロセンサユニット 7 や他のコントローラ）を接続するために利用される。また、ハウジング 31 の後面におけるコネクタ 33 の両側には、上記他の機器が容易に離脱することを防止するために係止穴 33a が設けられている。

【0039】

ハウジング 31 上面の後方には複数（図 3 では 4 つ）の LED 34a ~ 34d が設けられる。ここで、コントローラ 5 には、他のメインコントローラと区別するためにコントローラ種別（番号）が付与される。各 LED 34a ~ 34d は、コントローラ 5 に現在設定されている上記コントローラ種別をプレイヤに通知したり、コントローラ 5 の電池残量を

10

20

30

40

50

プレイヤーに通知したりする等の目的で用いられる。具体的には、コントローラ 5 を用いてゲーム操作が行われる際、上記コントローラ種別に応じて複数の LED 3 4 a ~ 3 4 d のいずれか 1 つが点灯する。

【 0 0 4 0 】

また、コントローラ 5 は撮像情報演算部 3 5 (図 6) を有しており、図 4 に示すように、ハウジング 3 1 前面には撮像情報演算部 3 5 の光入射面 3 5 a が設けられる。光入射面 3 5 a は、マーク 6 R および 6 L からの赤外光を少なくとも透過する材質で構成される。

【 0 0 4 1 】

ハウジング 3 1 上面における 1 番ボタン 3 2 b とホームボタン 3 2 f との間には、コントローラ 5 に内蔵されるスピーカ 4 9 (図 5) からの音を外部に放出するための音抜き孔 3 1 a が形成されている。

10

【 0 0 4 2 】

次に、図 5 および図 6 を参照して、コントローラ 5 の内部構造について説明する。図 5 および図 6 は、コントローラ 5 の内部構造を示す図である。なお、図 5 は、コントローラ 5 の上筐体 (ハウジング 3 1 の一部) を外した状態を示す斜視図である。図 6 は、コントローラ 5 の下筐体 (ハウジング 3 1 の一部) を外した状態を示す斜視図である。図 6 に示す斜視図は、図 5 に示す基板 3 0 を裏面から見た斜視図となっている。

【 0 0 4 3 】

図 5 において、ハウジング 3 1 の内部には基板 3 0 が固設されており、当該基板 3 0 の上主面上に各操作ボタン 3 2 a ~ 3 2 h、各 LED 3 4 a ~ 3 4 d、加速度センサ 3 7、アンテナ 4 5、およびスピーカ 4 9 等が設けられる。これらは、基板 3 0 等に形成された配線 (図示せず) によってマイクロコンピュータ (Micro Computer : マイコン) 4 2 (図 6 参照) に接続される。本実施形態では、加速度センサ 3 7 は、X 軸方向に関してコントローラ 5 の中心からずれた位置に配置されている。これによって、コントローラ 5 を Z 軸回りに回転させたときのコントローラ 5 の動きが算出しやすくなる。また、加速度センサ 3 7 は、長手方向 (Z 軸方向) に関してコントローラ 5 の中心よりも前方に配置されている。また、無線モジュール 4 4 (図 6) およびアンテナ 4 5 によって、コントローラ 5 がワイヤレスコントローラとして機能する。

20

【 0 0 4 4 】

一方、図 6 において、基板 3 0 の下主面上の前端縁に撮像情報演算部 3 5 が設けられる。撮像情報演算部 3 5 は、コントローラ 5 の前方から順に赤外線フィルタ 3 8、レンズ 3 9、撮像素子 4 0、および画像処理回路 4 1 を備えている。これらの部材 3 8 ~ 4 1 はそれぞれ基板 3 0 の下主面に取り付けられる。

30

【 0 0 4 5 】

さらに、基板 3 0 の下主面上には、上記マイコン 4 2 およびバイブ्रेータ 4 8 が設けられている。バイブ्रेータ 4 8 は、例えば振動モータやソレノイドであり、基板 3 0 等に形成された配線によってマイコン 4 2 と接続される。マイコン 4 2 の指示によりバイブ्रेータ 4 8 が作動することによってコントローラ 5 に振動が発生する。これによって、コントローラ 5 を把持しているプレイヤーの手にその振動が伝達される、いわゆる振動対応ゲームを実現することができる。本実施形態では、バイブ्रेータ 4 8 は、ハウジング 3 1 のやや前方寄りに配置される。つまり、バイブ्रेータ 4 8 がコントローラ 5 の中心よりも端側に配置することによって、バイブ्रेータ 4 8 の振動によりコントローラ 5 全体を大きく振動させることができる。また、コネクタ 3 3 は、基板 3 0 の下主面上の後端縁に取り付けられる。なお、図 5 および図 6 に示す他、コントローラ 5 は、マイコン 4 2 の基本クロックを生成する水晶振動子、スピーカ 4 9 に音声信号を出力するアンプ等を備えている。

40

【 0 0 4 6 】

また、ジャイロセンサユニット 7 は、3 軸回りの角速度を検知するジャイロセンサ (図 7 に示すジャイロセンサ 5 5 および 5 6) を有する。ジャイロセンサユニット 7 は、コントローラ 5 のコネクタ 3 3 に着脱可能に装着される。ジャイロセンサユニット 7 の前端 (図 3 に示す Z 軸正方向側の端部) には、コネクタ 3 3 に接続可能なプラグ (図 7 に示すブ

50

ラグ５３）が設けられる。さらに、プラグ５３の両側にはフック（図示せず）が設けられる。ジャイロセンサユニット７がコントローラ５に対して装着される状態では、プラグ５３がコネクタ３３に接続されるとともに、上記フックがコントローラ５の係止穴３３ａに係止する。これによって、コントローラ５とジャイロセンサユニット７とがしっかりと固定される。また、ジャイロセンサユニット７は側面（図３に示すＸ軸方向の面）にボタン５１を有している。ボタン５１は、それを押下すれば上記フックの係止穴３３ａに対する係止状態を解除することができるように構成されている。したがって、ボタン５１を押下しながらプラグ５３をコネクタ３３から抜くことによって、ジャイロセンサユニット７をコントローラ５から離脱することができる。

【００４７】

また、ジャイロセンサユニット７の後端には、上記コネクタ３３と同形状のコネクタが設けられる。したがって、コントローラ５（のコネクタ３３）に対して装着可能な他の機器は、ジャイロセンサユニット７のコネクタに対しても装着可能である。なお、図３においては、当該コネクタに対してカバー５２が着脱可能に装着されている。

【００４８】

なお、図３～図６に示したコントローラ５およびジャイロセンサユニット７の形状や、各操作ボタンの形状、加速度センサやバイブレータの数および設置位置等は単なる一例に過ぎず、他の形状、数、および設置位置であっても、本発明を実現することができる。また、本実施形態では、撮像手段による撮像方向はＺ軸正方向であるが、撮像方向はいずれの方向であってもよい。すなわち、コントローラ５における撮像情報演算部３５の位置（撮像情報演算部３５の光入射面３５ａ）は、ハウジング３１の前面でなくてもよく、ハウジング３１の外部から光を取り入れることができれば他の面に設けられてもかまわない。

【００４９】

図７は、入力装置８（コントローラ５およびジャイロセンサユニット７）の構成を示すブロック図である。コントローラ５は、操作部３２（各操作ボタン３２ａ～３２ｉ）、コネクタ３３、撮像情報演算部３５、通信部３６、および加速度センサ３７を備えている。コントローラ５は、自機に対して行われた操作内容を示すデータを操作データとしてゲーム装置３へ送信するものである。

【００５０】

操作部３２は、上述した各操作ボタン３２ａ～３２ｉを含み、各操作ボタン３２ａ～３２ｉに対する入力状態（各操作ボタン３２ａ～３２ｉが押下されたか否か）を示す操作ボタンデータを通信部３６のマイコン４２へ出力する。

【００５１】

撮像情報演算部３５は、撮像手段が撮像した画像データを解析してその中で輝度が高い領域を判別してその領域の重心位置やサイズなどを算出するためのシステムである。撮像情報演算部３５は、例えば最大２００フレーム／秒程度のサンプリング周期を有するので、比較的高速なコントローラ５の動きでも追跡して解析することができる。

【００５２】

撮像情報演算部３５は、赤外線フィルタ３８、レンズ３９、撮像素子４０、および画像処理回路４１を含んでいる。赤外線フィルタ３８は、コントローラ５の前方から入射する光から赤外線のみを通過させる。レンズ３９は、赤外線フィルタ３８を透過した赤外線を集光して撮像素子４０へ入射させる。撮像素子４０は、例えばＣＭＯＳセンサやあるいはＣＣＤセンサのような固体撮像素子であり、レンズ３９が集光した赤外線を受光して画像信号を出力する。ここで、テレビ２の表示画面近傍に配置されるマーカ部６のマーカ６Ｒおよび６Ｌは、テレビ２の前方に向かって赤外光を出力する赤外ＬＥＤで構成される。したがって、赤外線フィルタ３８を設けることによって、撮像素子４０は、赤外線フィルタ３８を通過した赤外線だけを受光して画像データを生成するので、マーカ６Ｒおよび６Ｌの画像をより正確に撮像することができる。以下では、撮像素子４０によって撮像された画像を撮像画像と呼ぶ。撮像素子４０によって生成された画像データは、画像処理回路４１で処理される。画像処理回路４１は、撮像画像内における撮像対象（マーカ６Ｒおよび

10

20

30

40

50

6 L) の位置を算出する。画像処理回路 4 1 は、算出された位置を示す座標を通信部 3 6 のマイコン 4 2 へ出力する。この座標のデータは、マイコン 4 2 によって操作データとしてゲーム装置 3 に送信される。以下では、上記座標を「マーカ座標」と呼ぶ。マーカ座標はコントローラ 5 自体の向き（傾斜角度）や位置に対応して変化するので、ゲーム装置 3 はこのマーカ座標を用いてコントローラ 5 の向きや位置を算出することができる。

【0053】

なお、他の実施形態においては、コントローラ 5 は画像処理回路 4 1 を備えていない構成であってもよく、撮像画像自体がコントローラ 5 からゲーム装置 3 へ送信されてもよい。このとき、ゲーム装置 3 は、画像処理回路 4 1 と同様の機能を有する回路あるいはプログラムを有しており、上記マーカ座標を算出するようにしてもよい。

10

【0054】

加速度センサ 3 7 は、コントローラ 5 の加速度（重力加速度を含む）を検出する、すなわち、コントローラ 5 に加わる力（重力を含む）を検出する。加速度センサ 3 7 は、当該加速度センサ 3 7 の検出部に加わっている加速度のうち、センシング軸方向に沿った直線方向の加速度（直線加速度）の値を検出する。例えば、2 軸以上の多軸加速度センサの場合には、加速度センサの検出部に加わっている加速度として、各軸に沿った成分の加速度をそれぞれ検出する。例えば、3 軸または 2 軸の加速度センサは、アナログ・デバイス株式会社（Analog Devices, Inc.）または ST マイクロエレクトロニクス社（STMicroelectronics N.V.）から入手可能である種類のものでよい。なお、加速度センサ 3 7 は、例えば静電容量式の加速度センサであるとするが、他の方式の加速度センサを用いるようにしてもよい。

20

【0055】

本実施形態では、加速度センサ 3 7 は、コントローラ 5 を基準とした上下方向（図 3 に示す Y 軸方向）、左右方向（図 3 に示す X 軸方向）および前後方向（図 3 に示す Z 軸方向）の 3 軸方向に関してそれぞれ直線加速度を検出する。加速度センサ 3 7 は、各軸に沿った直線方向に関する加速度を検出するものであるため、加速度センサ 3 7 からの出力は 3 軸それぞれの直線加速度の値を表すものとなる。すなわち、検出された加速度は、入力装置 8（コントローラ 5）を基準に設定される X Y Z 座標系（コントローラ座標系）における 3 次元のベクトル（ a_x, a_y, a_z ）として表される。以下では、加速度センサ 3 7 によって検出される 3 軸に関する各加速度値を各成分とするベクトルを加速度ベクトルと呼ぶ。

30

【0056】

加速度センサ 3 7 が検出した加速度を示すデータ（加速度データ）は、通信部 3 6 へ出力される。なお、加速度センサ 3 7 が検出した加速度は、コントローラ 5 自体の向き（傾斜角度）や動きに対応して変化するので、ゲーム装置 3 は加速度データを用いてコントローラ 5 の向きや動きを算出することができる。本実施形態では、ゲーム装置 3 は、加速度データに基づいてコントローラ 5 の姿勢を判断する。

【0057】

加速度センサ 3 7 が検出した加速度（加速度ベクトル）を示すデータ（加速度データ）は、通信部 3 6 へ出力される。本実施形態において、加速度センサ 3 7 は、コントローラ 5 の傾斜角度を判断するためのデータを出力するセンサとして用いられる。

40

【0058】

なお、加速度センサ 3 7 から出力される加速度の信号に基づいて、ゲーム装置 3 のプロセッサ（例えば CPU 1 0）またはコントローラ 5 のプロセッサ（例えばマイコン 4 2）等のコンピュータが処理を行うことによって、コントローラ 5 に関するさらなる情報を推測または算出（判定）することができることは、当業者であれば本明細書の説明から容易に理解できるであろう。例えば、加速度センサ 3 7 を搭載するコントローラ 5 が静止状態であることを前提としてコンピュータ側の処理が実行される場合（すなわち、加速度センサによって検出される加速度が重力加速度のみであるとして処理が実行される場合）、コントローラ 5 が現実的に静止状態であれば、検出された加速度に基づいてコントローラ 5 の

50

姿勢が重力方向に対して傾いているか否かまたはどの程度傾いているかを知ることができる。具体的には、加速度センサ 37 の検出軸が鉛直下方向を向いている状態を基準としたとき、1 G (重力加速度) がかかっているか否かによって、コントローラ 5 が基準に対して傾いているか否かを知ることができるし、その大きさによって基準に対してどの程度傾いているかも知ることができる。また、多軸の加速度センサ 37 の場合には、さらに各軸の加速度の信号に対して処理を施すことによって、重力方向に対してコントローラ 5 がどの程度傾いているかをより詳細に知ることができる。この場合において、プロセッサは、加速度センサ 37 からの出力に基づいてコントローラ 5 の傾斜角度を算出してもよいし、当該傾斜角度を算出せずに、コントローラ 5 の傾斜方向を算出するようにしてもよい。このように、加速度センサ 37 をプロセッサと組み合わせて用いることによって、コントローラ 5 の傾斜角度または姿勢を判定することができる。

10

【0059】

一方、コントローラ 5 が動的な状態 (コントローラ 5 が動かされている状態) であることを前提とする場合には、加速度センサ 37 は重力加速度に加えてコントローラ 5 の動きに応じた加速度を検出するので、検出された加速度から重力加速度の成分を所定の処理により除去することによってコントローラ 5 の動き方向を知ることができる。また、コントローラ 5 が動的な状態であることを前提とする場合であっても、検出された加速度から、加速度センサの動きに応じた加速度の成分を所定の処理により除去することによって、重力方向に対するコントローラ 5 の傾きを知ることが可能である。なお、他の実施例では、加速度センサ 37 は、内蔵の加速度検出手段で検出された加速度信号をマイコン 42 に出力する前に当該加速度信号に対して所定の処理を行うための、組込み式の処理装置または他の種類の専用の処理装置を備えていてもよい。組込み式または専用の処理装置は、例えば、加速度センサ 37 が静的な加速度 (例えば、重力加速度) を検出するために用いられる場合、加速度信号を傾斜角 (あるいは、他の好ましいパラメータ) に変換するものであってもよい。

20

【0060】

通信部 36 は、マイコン 42、メモリ 43、無線モジュール 44、およびアンテナ 45 を含んでいる。マイコン 42 は、処理を行う際にメモリ 43 を記憶領域として用いながら、マイコン 42 が取得したデータをゲーム装置 3 へ無線送信する無線モジュール 44 を制御する。また、マイコン 42 はコネクタ 33 に接続されている。ジャイロセンサユニット 7 から送信されてくるデータは、コネクタ 33 を介してマイコン 42 に入力される。以下、ジャイロセンサユニット 7 の構成について説明する。

30

【0061】

ジャイロセンサユニット 7 は、プラグ 53、マイコン 54、2 軸ジャイロセンサ 55、および 1 軸ジャイロセンサ 56 を備えている。上述のように、ジャイロセンサユニット 7 は、3 軸 (本実施形態では、XYZ 軸) 周りの角速度を検出し、検出した角速度を示すデータ (角速度データ) をコントローラ 5 へ送信する。

【0062】

2 軸ジャイロセンサ 55 は、X 軸周りの角速度および Y 軸周りの (単位時間あたりの) 角速度を検出する。また、1 軸ジャイロセンサ 56 は、Z 軸周りの (単位時間あたりの) 角速度を検出する。なお、本明細書では、コントローラ 5 の撮像方向 (Z 軸正方向) を基準として、XYZ 軸周りの回転方向を、それぞれ、ロール方向、ピッチ方向、ヨー方向と呼ぶ。すなわち、2 軸ジャイロセンサ 55 は、ロール方向 (X 軸周りの回転方向) およびピッチ方向 (Y 軸周りの回転方向) の角速度を検出し、1 軸ジャイロセンサ 56 は、ヨー方向 (Z 軸周りの回転方向) の角速度を検出する。

40

【0063】

なお、本実施形態では、3 軸回りの角速度を検出するために、2 軸ジャイロセンサ 55 と 1 軸ジャイロセンサ 56 とを用いる構成としたが、他の実施形態においては、3 軸回りの角速度を検出することができればよく、用いるジャイロセンサの数および組み合わせはどのようなものであってもよい。

50

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、後述する姿勢算出処理における計算を容易にする目的で、各ジャイロセンサ 5 5 および 5 6 が角速度を検出する 3 つの軸は、加速度センサ 3 7 が加速度を検出する 3 つの軸（X Y Z 軸）と一致するように設定される。ただし、他の実施形態においては、各ジャイロセンサ 5 6 および 5 7 が角速度を検出する 3 つの軸と、加速度センサ 3 7 が加速度を検出する 3 つの軸とは一致しなくてもよい。

【 0 0 6 5 】

各ジャイロセンサ 5 6 および 5 7 で検出された角速度を示すデータは、マイコン 5 4 に出力される。したがって、マイコン 5 4 には、X Y Z 軸の 3 軸回りの角速度を示すデータが入力されることになる。マイコン 5 4 は、上記 3 軸回りの角速度を示すデータを角速度データとしてプラグ 5 3 を介してコントローラ 5 へ送信する。なお、マイコン 5 4 からコントローラ 5 への送信は所定の周期毎に逐次行われるが、ゲームの処理は 1 / 6 0 秒を単位として（1 フレーム時間として）行われることが一般的であるので、この時間以下の周期で送信を行うことが好ましい。

【 0 0 6 6 】

コントローラ 5 の説明に戻り、操作部 3 2、撮像情報演算部 3 5、および加速度センサ 3 7 からマイコン 4 2 へ出力されたデータ、ならびに、ジャイロセンサユニット 7 からマイコン 4 2 へ送信されてきたデータは、一時的にメモリ 4 3 に格納される。これらのデータは、上記操作データとしてゲーム装置 3 へ送信される。すなわち、マイコン 4 2 は、ゲーム装置 3 の無線コントローラモジュール 1 9 への送信タイミングが到来すると、メモリ 4 3 に格納されている操作データを無線モジュール 4 4 へ出力する。無線モジュール 4 4 は、例えば Bluetooth（ブルートゥース）（登録商標）の技術を用いて、所定周波数の搬送波を操作データで変調し、その微弱電波信号をアンテナ 4 5 から放射する。つまり、操作データは、無線モジュール 4 4 で微弱電波信号に変調されてコントローラ 5 から送信される。微弱電波信号はゲーム装置 3 側の無線コントローラモジュール 1 9 で受信される。受信された微弱電波信号について復調や復号を行うことによって、ゲーム装置 3 は操作データを取得することができる。そして、ゲーム装置 3 の CPU 1 0 は、取得した操作データとゲームプログラムとに基づいて、ゲーム処理を行う。なお、通信部 3 6 から無線コントローラモジュール 1 9 への無線送信は所定の周期毎に逐次行われるが、ゲームの処理は 1 / 6 0 秒を単位として（1 フレーム時間として）行われることが一般的であるので、この時間以下の周期で送信を行うことが好ましい。コントローラ 5 の通信部 3 6 は、例えば 1 / 2 0 0 秒に 1 回の割合で各操作データをゲーム装置 3 の無線コントローラモジュール 1 9 へ出力する。

【 0 0 6 7 】

上記コントローラ 5 を用いることによって、プレイヤーは、各操作ボタンを押下する従来の一般的なゲーム操作に加えて、コントローラ 5 を任意の傾斜角度に傾ける操作を行うことができる。その他、上記コントローラ 5 によれば、プレイヤーは、コントローラ 5 によって画面上の任意の位置を指示する操作、および、コントローラ 5 自体を動かす操作を行うこともできる。

【 0 0 6 8 】

〔 姿勢算出処理の概要 〕

次に、図 8 ~ 図 1 2 を参照して、ゲーム装置 3 において実行される、入力装置 8 の姿勢を算出する姿勢算出処理の概要を説明する。本実施形態では、ゲーム装置 3 は、ジャイロセンサ 5 5 および 5 6 と、加速度センサ 3 7 と、撮像手段（撮像素子 4 0）とを備えた入力装置 8 からデータ（操作データ）を取得し、入力装置 8 の姿勢を算出する。なお、本実施形態では、入力装置 8 は、加速度センサ 3 7 と撮像素子 4 0 とを両方備える構成とするが、他の実施形態においては、加速度センサ 3 7 と撮像素子 4 0 とのいずれか一方のみを備える構成であってもよい。

【 0 0 6 9 】

ゲーム装置 3 は、（ 1 ）姿勢算出手段と、（ 2 ）第 1 補正手段と、（ 3 ）第 2 補正手段

とを備えている。本実施形態においては、これら各手段は、ゲーム装置 3 のコンピュータ（CPU 10）によって実行されるゲームプログラム（姿勢算出プログラム）が、当該コンピュータを当該各手段として機能させることによって実現される。なお、他の実施形態においては、上記各手段の一部または全部は、ゲーム装置 3 が備える専用回路として実現されてもよい。

【0070】

（１）姿勢算出手段

姿勢算出手段は、ジャイロセンサ 55 および 56 が検出する角速度に基づいて入力装置 8 の姿勢を算出する（後述するステップ S4）。角速度から姿勢を算出する方法はどのような方法であってもよいが、例えば、初期姿勢に（単位時間あたりの）角速度を逐次加算する方法がある。すなわち、ジャイロセンサ 55 および 56 から逐次出力される角速度を積分し、初期状態からの姿勢の変化量を積分結果から算出することによって、現在の姿勢を算出することができる。なお、以下では、姿勢算出手段によって角速度から算出される入力装置 8 の姿勢を「第 1 の姿勢」と呼ぶ。ただし、第 1 の姿勢に補正が加えられた後の姿勢も第 1 の姿勢と呼ぶ。

10

【0071】

ここで、ジャイロセンサ 55 および 56 が検出する角速度を用いて算出される上記第 1 の姿勢には、ジャイロセンサ 55 および 56 の誤検知が原因で、入力装置 8 の実際の姿勢との間に誤差が生じることがある。そこで、本実施形態では、ゲーム装置 3 は、加速度センサ 37 によって検出される加速度を用いて上記第 1 の姿勢を補正する。また、撮像素子 40 によって撮像される画像（撮像画像）を用いて上記第 1 の姿勢を補正する。

20

【0072】

（２）第 1 補正手段

第 1 補正手段は、加速度センサ 37 が検出する加速度データに基づいて上記第 1 の姿勢を補正する（後述するステップ S5）。本実施形態では、第 1 補正手段は、上記第 1 の姿勢を第 2 の姿勢へと近づける補正を行う。ここで、第 2 の姿勢とは、加速度データから決まる姿勢、具体的には、加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きであると想定する場合における入力装置 8 の姿勢を指す。すなわち、加速度データが示す加速度が重力加速度であると仮定して算出された姿勢である。以下、図 8 ～ 図 10 を参照して、第 1 補正手段による補正処理（第 1 補正処理）を説明する。

30

【0073】

図 8 は、第 2 の姿勢を用いた第 1 の姿勢の補正を示す図である。なお、本実施形態では、実際には 3 次元空間における姿勢を処理しているが、図 8 ～ 図 10 では、図面をわかりやすくするために 2 次元平面における姿勢を用いて説明する。図 8（a）に示すベクトル G は、入力装置 8 が存在する空間の所定位置を基準とした空間座標系に定義された鉛直下方向、すなわち重力方向を示す。また、図 8（a）に示すベクトル v1 は、コントローラ 5 が第 1 の姿勢であるときの、入力装置 8 の下向きのベクトル（すなわち図 3 - 図 5 に示される Y 軸負方向）の空間座標系での向きを示したものである。なお、入力装置 8 の姿勢が基本状態にあるときには、姿勢を示すベクトルはベクトル G と一致することになる。したがって、ベクトル v1 は、空間座標系における第 1 の姿勢に対応する。上記第 1 の姿勢は、ベクトル G に対してベクトル v1 がなす回転としても表すことができ、2 次元の図 8 においては角度 θ_1 として示している。第 1 の姿勢は角速度によって算出されるので、ベクトル v1 は、前回の姿勢に角速度を加えて回転させることによって算出されるものである。第 2 の姿勢は加速度データに基づいて算出される。図 8（a）に示すベクトル v2 は、加速度データが示す加速度の向き（ビュー座標系における加速度の向き）を示している。ただし、加速度データは入力装置 8 に加えられる加速度であって、取得できるのは入力装置 8 を基準とした座標系におけるベクトルである。図 8（b）に、加速度センサの軸と加速度ベクトルとの関係を示す。図 8（b）のように、加速度センサから取得される加速度ベクトル v0 と、センサの Y 軸負方向とのなす角度が θ_2 であるとき、図 8（a）の空間座標系においては、ベクトル v1 に回転 θ_2 を加えたベクトル v2 が空間座標系にお

40

50

る加速度ベクトルとなる。そして、第 2 の姿勢は、上述したように「加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きとみなした場合における入力装置 8 の姿勢」であるので、ベクトル v_2 からベクトル v_1 へ向いた角度 θ_2 の回転が第 2 の姿勢となる。第 2 の姿勢を、ベクトル v_1 のように空間座標系における入力装置 8 の下向きのベクトルで表すと、ベクトル G を θ_2 だけ回転させたベクトル v_2' として示すことができる。また、3 次元の姿勢の場合には、3 次元の回転行列等で表現することもできる。なお、角速度から第 1 の姿勢が正しく算出され、かつ、加速度データが重力方向を正確に示している場合には、加速度の向きを示すベクトル v_2 の方向は空間座標系の鉛直下方向、つまり重力方向と一致する。つまり、角速度から第 1 の姿勢が正しく算出されていない場合や、加速度データが正確な重力方向を示していない場合には、図 8 (a) のように、加速度の向きを示すベクトル v_2 と重力方向のベクトル G とが異なる。そして、例えば静止状態等のように、加速度データにより示される方向が重力方向と一致すると想定される状況においては、ベクトル v_1 よりもベクトル v_2 の方が入力装置 8 の姿勢に対応するデータとして正確なものと考えられる。また、入力装置が静止していない場合であっても、ある程度の期間内における平均的な姿勢の精度を考慮すると、加速度ベクトルは平均的には重力方向に近いものとなるので、時間とともに誤差の蓄積する角速度から算出される姿勢よりも信頼できるものと考えられる。一方で、前回の算出タイミングで正しい姿勢が算出されている状態であった場合には、次の算出タイミングにおける姿勢の算出には、加速度よりも角速度を用いた方が正確な姿勢が算出されると考えられる。すなわち、角速度による姿勢算出は、タイミングごとの誤差は加速度による算出よりも小さいが、時間と共に誤差が増大する一方、加速度による姿勢算出は、タイミングごとの誤差は場合によっては大きい可能性もあるが、タイミングごとに算出可能であるので誤差が蓄積しないという特徴を持つ。したがって、第 1 補正手段では、第 1 の姿勢と第 2 の姿勢の両方を考慮した補正を行う。

【0074】

第 1 補正手段による補正は、上記第 1 の姿勢を第 2 の姿勢へと近づける補正である。つまり、第 1 補正手段は、上記角度 θ_1 を上記角度 θ_2 に近づける補正を行う。これは、ベクトル v_1 をベクトル v_2' に近づける補正と表現してもよい。ただし、演算の過程上は、ベクトル v_2 がわかっていれば、ベクトル v_2' 自体は算出されなくとも補正は可能である。本実施形態では、上記補正は、補正量を示すベクトル v_3 を用いて行われる。図 9 は、補正量を示すベクトル v_3 を示す図である。図 9 に示すベクトル v_3 は、第 1 の姿勢を補正する補正量を示すベクトルである。具体的には、ベクトル v_2 に対してベクトル v_3 がなす角度 $\Delta\theta$ が、補正量となる。詳細は後述するが、ベクトル v_3 は、ベクトル G とベクトル v_2 との間に設定される (図 9 参照)。ベクトル v_1 を $\Delta\theta$ だけ回転させることで、ベクトル v_1 が上述のベクトル v_2' に近づくことになる。

【0075】

第 1 補正処理は、第 1 の姿勢 (ベクトル v_1) を上記補正量だけ回転させることによって行われる。図 10 は、第 1 補正処理による補正後の第 1 の姿勢を示すベクトルを示す図である。図 10 に示すように、補正後の第 1 の姿勢 (ベクトル v_1') は、補正前の第 1 の姿勢 (ベクトル v_1) を角度 $\Delta\theta$ だけ回転させることによって得られる。これによって、補正後の第 1 の姿勢を表す角度 θ_1' は、角度 θ_1 と角度 θ_2 との間となっており、上記角度 θ_1 を上記角度 θ_2 に近づける補正が行われたことがわかる。

【0076】

なお、本実施形態においては、第 1 補正手段は、第 1 の姿勢を第 2 の姿勢へと近づける補正を行い、補正後の第 1 の姿勢を第 2 の姿勢と一致させていない。これは、加速度データが誤検出や激しい操作等の原因で急激に変化する場合であっても補正後の第 1 の姿勢が急激に変化しないようにするためである。ただし、他の実施形態においては、第 1 補正手段は、補正後の第 1 の姿勢を第 2 の姿勢と一致させるように補正を行ってもよい。また、詳細は後述するが、本実施形態においては、第 1 補正手段が第 1 の姿勢を第 2 の姿勢へと近づける割合は、加速度データにより示される加速度の大きさ (より具体的には、当該大きさと重力加速度の大きさとの差分) に応じて変化するように決められる。ただし、他の

実施形態においては、上記割合を予め定められた固定値としてもよい。

【0077】

(3) 第2補正手段

第2補正手段は、撮像手段が撮像する所定の撮像対象の画像に基づいて第1の姿勢を補正する(後述するステップS6)。ここで、本実施形態においては、所定の撮像対象とは上記マーカ部6(の赤外LED)である。本実施形態では、第2補正手段は、上記第1の姿勢を第3の姿勢へと近づける補正を行う。第3の姿勢は、上記撮像対象の画像から算出される姿勢であり、具体的には、当該画像内での撮像対象の向きおよび/または位置から算出される入力装置8の姿勢である。以下、図11および図12を参照して、第2補正手段による補正処理(第2補正処理)を説明する。

10

【0078】

図11は、第3の姿勢を用いた第1の姿勢の補正を示す図である。なお、本実施形態では、実際には3次元空間における姿勢を処理しているが、図11および図12では、図面をわかりやすくするために2次元平面における姿勢を用いて説明する。図11に示すベクトル v_1 は、空間座標系における第1の姿勢を示す。図11に示すベクトル v_4 は、空間座標系における第3の姿勢を示す。マーカ部6の位置や姿勢は予め定められているので、画像内での当該マーカの姿勢や位置によって、相対的に入力装置8の姿勢を算出することができる。第3の姿勢が正しい姿勢を表していることを前提とすれば、角速度から第1の姿勢が正しく算出されている場合には、第1の姿勢を示すベクトル v_1 は、第3の姿勢を示すベクトル v_4 と一致する。つまり、角速度から第1の姿勢が正しく算出されていない場合には、図11のように、第1の姿勢を示すベクトル v_1 と第3の姿勢を示すベクトル v_4 とが異なる。

20

【0079】

第2補正処理は、第1の姿勢(ベクトル v_1)を、第3の姿勢(ベクトル v_4)に所定の割合で近づけることによって行われる。図12は、第2補正処理による補正後の第1の姿勢を示す図である。図12に示されるように、補正後の第1の姿勢(ベクトル v_1')は、補正前の第1の姿勢(ベクトル v_1)を、第3の姿勢(ベクトル v_4)に所定の割合で近づけることによって得られる。

【0080】

ここで、入力装置8の姿勢や位置によっては撮像手段がマーカ部6を撮像することができない場合があり、この場合、第2補正手段は第2補正処理を行うことができない。したがって、仮に、第2補正手段が補正後の第1の姿勢を第3の姿勢と一致させるように補正を行うとすれば、第2補正処理を行うことができない状態から第2補正処理を行うことができる状態へと移行した際に、第1の姿勢が急激に変化してしまうおそれがある。このように第1の姿勢がプレイヤーの意図に沿わずに急激に変化してしまうと、(たとえ補正後の姿勢が正確なものであったとしても)プレイヤーは操作に違和感を感じてしまう。このような急激な変化を防止するために、本実施形態では、第1の姿勢を第3の姿勢に所定の割合で近づけるように補正を行っている。これによって、第1の姿勢が急激に変化することを防止することができるので、プレイヤーが操作に違和感を感じることを防止することができる。ただし、撮像手段が常にマーカ部6を撮像することが可能な姿勢で入力装置8が使用

30

40

【0081】

なお、本実施形態では、ゲーム装置3は、第1補正処理と第2補正処理との両方を実行するが、他の実施形態においては、第1補正処理と第2補正処理とのいずれか一方のみを実行するようにしてもよい。また、本実施形態においては、ゲーム装置3は、第1補正処理を先に行い、第2補正処理を後に行うこととするが、第1補正処理と第2補正処理とのいずれを先に行うようにしてもよい。

【0082】

以上のように、本実施形態によれば、ジャイロセンサ55および56によって検知され

50

た角速度から算出される入力装置 8 の姿勢を、加速度センサ 37 によって検知された加速度を用いて補正し、また、撮像手段による撮像画像を用いて補正する。これによって、ジャイロセンサから算出される姿勢の誤差を減少することができ、入力装置 8 の姿勢をより正確に算出することができる。

【0083】

なお、加速度センサ 37 の検出結果からは、重力方向を軸とした回転（ヨー方向の回転）を検知することはできないので、第 1 補正手段による補正は、ヨー方向に関しては行うことができない。しかし、加速度センサ 37 の検出結果を用いた補正は、入力装置 8 の姿勢がどのような姿勢であっても（常に加速度を検出することができるので）可能であるという特長を有する。一方、入力装置 8 の撮像方向にマーカ部 6 がなければマーカ座標が検出されないので、第 2 補正手段による補正は、入力装置 8 の姿勢によっては行うことができない。しかし、撮像画像を用いた補正は、姿勢（特にロール方向の姿勢）を正確に算出することができるという特長を有する。本実施形態においては、このように特長の異なる 2 種類の補正を行うことによって、入力装置 8 の姿勢をより正確に算出することができる。

10

【0084】

[ゲーム装置 3 における処理の詳細]

次に、ゲーム装置 3 において実行される処理の詳細について説明する。まず、ゲーム装置 3 における処理において用いられる主なデータについて図 13 を用いて説明する。図 13 は、ゲーム装置 3 のメインメモリ（外部メインメモリ 12 または内部メインメモリ 11e）に記憶される主なデータを示す図である。図 13 に示すように、ゲーム装置 3 のメインメモリには、ゲームプログラム 60、操作データ 62、およびゲーム処理用データ 67 が記憶される。なお、メインメモリには、図 13 に示すデータの他、ゲームに登場する各種オブジェクトの画像データや、オブジェクトの各種パラメータを示すデータ等、ゲーム処理に必要なデータが記憶される。

20

【0085】

ゲームプログラム 60 は、ゲーム装置 3 に電源が投入された後の適宜のタイミングで光ディスク 4 からその一部または全部が読み込まれてメインメモリに記憶される。ゲームプログラム 60 には、姿勢算出プログラム 61 が含まれる。姿勢算出プログラム 61 は、入力装置 8 の姿勢を算出するための姿勢算出処理を実行するためのプログラムである。

30

【0086】

操作データ 62 は、コントローラ 5 からゲーム装置 3 へ送信されてくる操作データである。上述したように、コントローラ 5 からゲーム装置 3 へ 1 / 200 秒に 1 回の割合で操作データが送信されるので、メインメモリに記憶される操作データ 62 はこの割合で更新される。本実施形態においては、メインメモリには、最新の（最後に取得された）操作データのみが記憶されればよい。

【0087】

操作データ 62 には、角速度データ 63、加速度データ 64、マーカ座標データ 65、および操作ボタンデータ 66 が含まれる。角速度データ 63 は、ジャイロセンサユニット 7 のジャイロセンサ 55 および 56 によって検出された角速度を示すデータである。ここでは、角速度データ 63 は、図 3 に示す X Y Z の 3 軸回りのそれぞれの角速度を示す。また、加速度データ 64 は、加速度センサ 37 によって検出された加速度（加速度ベクトル）を示すデータである。ここでは、加速度データ 64 は、図 3 に示す X Y Z の 3 軸の方向に関する加速度を各成分とする 3 次元の加速度ベクトル $V_a 1$ を示す。また、本実施形態においては、コントローラ 5 が静止している状態で加速度センサ 37 が検出する加速度ベクトル $V_a 1$ の大きさを“1”とする。つまり、加速度センサ 37 によって検出される重力加速度の大きさは“1”である。

40

【0088】

マーカ座標データ 65 は、撮像情報演算部 35 の画像処理回路 41 によって算出される座標、すなわち上記マーカ座標を示すデータである。マーカ座標は、撮像画像に対応する

50

平面上の位置を表すための２次元座標系（図１７に示す $x' y'$ 座標系）で表現される。なお、撮像素子４０によって２つのマーカ６Ｒおよび６Ｌが撮像される場合には、２つのマーカ座標が算出される。一方、撮像素子４０の撮像可能な範囲内にマーカ６Ｒおよび６Ｌのいずれか一方が位置しない場合には、撮像素子４０によって１つのマーカのみが撮像され、１つのマーカ座標のみが算出される。また、撮像素子４０の撮像可能な範囲内にマーカ６Ｒおよび６Ｌの両方が位置しない場合には、撮像素子４０によってマーカが撮像されず、マーカ座標は算出されない。したがって、マーカ座標データ６５は、２つのマーカ座標を示す場合もあるし、１つのマーカ座標を示す場合もあるし、マーカ座標がないことを示す場合もある。

【００８９】

操作ボタンデータ６６は、各操作ボタン３２ａ～３２ｉに対する入力状態を示すデータである。

【００９０】

ゲーム処理用データ６７は、後述するゲーム処理（図１４）において用いられるデータである。ゲーム処理用データ６７は、第１姿勢データ６８、加速度大きさデータ６９、補正度データ７０、補正量ベクトルデータ７１、補正行列データ７２、ロール姿勢成分データ７３、ヨー姿勢成分データ７４、ピッチ姿勢成分データ７５、および第３姿勢データ７６を含む。なお、図１３に示すデータその他、ゲーム処理用データ６７は、ゲーム処理において用いられる各種データ（ゲームパラメータを示すデータ等）を含む。

【００９１】

第１姿勢データ６８は、角速度データ６３を用いて算出される上記第１の姿勢を示すデータである。本実施形態では、第１の姿勢は、以下の式（１）に示す 3×3 の行列 $M1$ で表現される。

【数１】

$$M1 = \begin{bmatrix} X_x & Y_x & Z_x \\ X_y & Y_y & Z_y \\ X_z & Y_z & Z_z \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

上記行列 $M1$ は、所定の基準姿勢から現在の入力装置８の姿勢への回転を表す回転行列である。以下では、第１の姿勢を示す行列 $M1$ を、「第１姿勢行列 $M1$ 」と呼ぶ。なお、第１姿勢行列 $M1$ により表される第１の姿勢は、入力装置８が存在する空間の所定位置を基準とした $x y z$ 座標系（上記空間座標系）における姿勢である。ここでは、 $x y z$ 座標系は、入力装置８がマーカ部６の正面に位置することを前提とし、入力装置８の位置からマーカ部６を向く方向を z 軸正方向とし、鉛直上向き（重力方向の逆方向）を y 軸正方向とし、入力装置８の位置からマーカ部６を向いた場合の左方向を x 軸正方向とした座標系であるとする。ここでは、上記所定の基準姿勢は、マーカ部６の正面に位置する入力装置８の撮像方向がマーカ部６の中央を向き、かつ、コントローラ５のボタン面が鉛直上向きとなる姿勢（すなわち、入力装置８を基準とした X 軸、 Y 軸、 Z 軸が、それぞれ x 軸、 y 軸、 z 軸の向きと一致する姿勢）であるとする。なお、本実施形態では、行列を用いて第１の姿勢を表現することとしたが、他の実施形態においては、第１の姿勢は、３次のベクトルまたは３つの角度によって表現されてもよい。

【００９２】

加速度大きさデータ６９は、加速度データ６４により示される加速度ベクトル $V a 1$ の大きさ（長さ） L を示すデータである。

【００９３】

補正度データ７０は、第２の姿勢を用いて第１の姿勢を補正する度合（補正度 A ）を示すデータである。補正度 A は、 $0 \leq A \leq C1$ （ $C1$ は、 $0 < C1 \leq 1$ の所定の定数）の範囲を取り得る値である。詳細は後述するが、補正後の第１の姿勢は、補正度 A の値が大き

10

20

30

40

50

いほど第 2 の姿勢に近くなる。

【 0 0 9 4 】

補正量ベクトルデータ 7 1 は、第 1 の姿勢を補正する補正量を示すベクトル（図 9 に示すベクトル v_3 。以下、補正量ベクトルと呼ぶ。）を示すデータである。補正量ベクトル V_g は、上記加速度ベクトル $V_a 1$ を上記 $x y z$ 座標系で表したベクトル $V_a 2$ と、上記補正度 A とに基づいて算出される。

【 0 0 9 5 】

補正行列データ 7 2 は、第 1 の姿勢を補正するために用いる回転行列（補正行列と呼ぶ） M_a を示すデータである。つまり、第 1 補正処理においては、第 1 の姿勢を表す第 1 姿勢行列 M_1 に補正行列 M_a を掛けることで第 1 の姿勢が補正される。補正行列 M_a は、上記ベクトル $V_a 2$ と上記補正量ベクトル V_g とに基づいて算出される。

10

【 0 0 9 6 】

ロール姿勢成分データ 7 3 は、上記撮像対象の画像から算出される第 3 の姿勢に含まれる姿勢成分のうち、ロール方向に関する姿勢成分（ロール姿勢成分） M_{3r} を示すデータである。また、ヨー姿勢成分データ 7 4 は、上記第 3 の姿勢に含まれる姿勢成分のうち、ヨー方向に関する姿勢成分（ヨー姿勢成分） M_{3y} を示すデータであり、ピッチ姿勢成分データ 7 5 は、上記第 3 の姿勢に含まれる姿勢成分のうち、ピッチ方向に関する姿勢成分（ピッチ姿勢成分） M_{3p} を示すデータである。なお、ここで言うロール方向、ヨー方向、およびピッチ方向とは、入力装置 8 の撮像方向（ Z 軸正方向）を基準とした場合の回転方向である。本実施形態においては、各姿勢成分 M_{3r} 、 M_{3y} 、および M_{3p} は、第 1

20

【 0 0 9 7 】

第 3 姿勢データ 7 6 は、上記撮像対象の画像から算出される第 3 の姿勢を示すデータである。本実施形態では、第 3 の姿勢は、第 1 の姿勢と同様、 3×3 の行列 M_3 で表現される。以下では、第 3 の姿勢を示す行列 M_3 を「第 3 姿勢行列 M_3 」と呼ぶ。本実施形態では、入力装置 8 から操作データとしてマーカ座標データが送信されてくるので、第 3 姿勢行列 M_3 は、マーカ座標データ 6 5 に基づいて算出される。具体的には、第 3 姿勢行列 M_3 は、上記各姿勢成分 M_{3r} 、 M_{3y} 、および M_{3p} を合成することによって得られる。

【 0 0 9 8 】

次に、ゲーム装置 3 において行われる処理の詳細を、図 1 4 ~ 図 1 7 を用いて説明する。図 1 4 は、ゲーム装置 3 において実行される処理の流れを示すメインフローチャートである。ゲーム装置 3 の電源が投入されると、ゲーム装置 3 の $CPU 10$ は、図示しないブート ROM に記憶されている起動プログラムを実行し、これによってメインメモリ等の各ユニットが初期化される。そして、光ディスク 4 に記憶されたゲームプログラムがメインメモリに読み込まれ、 $CPU 10$ によって当該ゲームプログラムの実行が開始される。図 1 4 に示すフローチャートは、以上の処理が完了した後に行われる処理を示すフローチャートである。

30

【 0 0 9 9 】

まず、ステップ S_1 において、 $CPU 10$ は、ゲームに関する初期化処理を実行する。この初期化処理においては、ゲーム処理に用いられる各種パラメータの値が初期化されたり、仮想のゲーム空間が構築されたり、プレイヤーオブジェクトや他のオブジェクトがゲーム空間の初期位置に配置されたりする。以上のステップ S_1 の次にステップ S_2 の処理が実行される。

40

【 0 1 0 0 】

ステップ S_2 において、 $CPU 10$ は、初期姿勢設定処理が実行される。具体的には、プレイヤーが所定の操作（例えば、 A ボタン 3 2 d を押下する操作）を行ったことに応じて、入力装置 8 の第 1 の姿勢の初期姿勢として所定の値が設定される。ここでは、基準となる姿勢は、 Z 軸が鉛直方向と平行となり、かつ、入力装置 8 の撮像方向がマーカ部 6 の中央（マーカ 6 R および 6 L の中央）を向く姿勢としているので、プレイヤーは、初期姿勢が上記基準となる姿勢となるように入力装置 8 を把持した状態で、上記所定の操作を行うこ

50

とが望ましいが、入力装置が静止状態に近く、かつマーカ部を撮像可能であれば、初期姿勢を算出することが可能である。CPU 10は、所定の操作が行われると、上記初期姿勢を表す行列を示すデータを第1姿勢データとしてメインメモリに記憶する。以上のステップS2の後、ステップS3～S8の処理ループが、ゲームが実行される間繰り返し実行される。なお、1回の当該処理ループは、1フレーム時間（例えば1/60秒）に1回の割合で実行される。

【0101】

なお、本実施形態では、初期姿勢設定処理（ステップS2）は、ゲーム開始前（ステップS3～S8の処理ループが実行される前）に1回実行されるのみであるとしたが、他の実施形態においては、ゲーム中における任意のタイミングで初期姿勢設定処理が実行されるようにしてもよい。すなわち、CPU 10は、ゲーム中においてプレイヤーが上記所定の操作を行ったことに応じて初期姿勢設定処理を実行するようにしてもよい。

10

【0102】

ステップS3において、CPU 10は操作データを取得する。すなわち、コントローラ5から送信されてくる操作データが無線コントローラモジュール19を介して受信される。そして、受信された操作データに含まれる角速度データ、加速度データ、マーカ座標データ、操作ボタンデータがそれぞれメインメモリに記憶される。ステップS3の次にステップS4の処理が実行される。

【0103】

ステップS4において、CPU 10は、メインメモリに記憶されている角速度データ63に基づいて第1の姿勢を算出する。入力装置8の姿勢を角速度から算出する方法はどのような方法であってもよいが、本実施形態においては、第1の姿勢は、前回の第1の姿勢（前回の処理ループにおいて算出された第1の姿勢）と、今回の角速度（今回の処理ループにおいて取得された角速度）とを用いて算出される。具体的には、CPU 10は、前回の第1の姿勢を今回の角速度で単位時間分回転させた姿勢を、第1の姿勢とする。なお、前回の第1の姿勢は、メインメモリに記憶されている第1姿勢データ68により示され、今回の角速度は、メインメモリに記憶されている角速度データ63により示されている。ステップS4で算出された姿勢（3×3の行列）を示すデータが、第1姿勢データ68としてメインメモリに新たに記憶される。上記ステップS4の次にステップS5の処理が実行される。

20

30

【0104】

ステップS5において、CPU 10は前述した第1補正処理を実行する。第1補正処理は、加速度データを用いて第1の姿勢を補正する処理である。以下、図15を参照して、第1補正処理の詳細を説明する。

【0105】

図15は、図14に示す第1補正処理（ステップS5）の流れを示すフローチャートである。第1補正処理においては、まずステップS11において、CPU 10は、加速度センサ37によって検出された加速度の大きさLを算出する。すなわち、メインメモリに記憶されている加速度データ64を読み出し、当該加速度データ64により示される加速度ベクトルVa1について大きさLを算出する。算出された大きさLを示すデータは加速度大きさデータ69としてメインメモリに記憶される。ステップS11の次にステップS12の処理が実行される。

40

【0106】

ステップS12において、CPU 10は、加速度センサ37によって検出された加速度の大きさが0であるか否かを判定する。すなわち、メインメモリに記憶されている加速度大きさデータ69を読み出し、当該加速度大きさデータ69により示される大きさLが0であるか否かを判定する。ステップS12の判定結果が否定である場合、ステップS13の処理が実行される。一方、ステップS12の判定結果が肯定である場合、以降のステップS13～S21の処理がスキップされて、CPU 10は第1補正処理を終了する。このように、本実施形態においては、加速度センサ37によって検出された加速度の大きさが

50

0である場合には、当該加速度を用いた補正が行われない。これは、加速度の大きさが0である場合には加速度センサ37の検出結果から重力方向を算出できないということ、および、加速度ベクトルの大きさが0であれば以降のステップS13～S21の処理が困難であることが理由である。

【0107】

ステップS13において、CPU10は、加速度センサ37によって検出された加速度ベクトルVa1を正規化する。すなわち、メインメモリに記憶されている加速度データ64を読み出し、当該加速度データ64により示される加速度ベクトルVa1を、大きさが1となるように補正する。CPU10は、正規化された加速度ベクトルVa1を示すデータをメインメモリに記憶しておく。ステップS13の次にステップS14の処理が実行される。

10

【0108】

ステップS14において、CPU10は、第1補正処理において第1の姿勢を補正する割合を示す上記補正度Aを算出する。補正度Aは、正規化される前の加速度ベクトルVa1の大きさLに基づいて算出される。具体的には、CPU10は、メインメモリに記憶されている加速度大きさデータ69を読み出す。そして、当該加速度大きさデータ69により示される大きさLを用いて、次の式(2)に従って補正度Aを算出する。

$$A = |L - 1| \quad \dots (2)$$

上式(2)で算出された補正度Aを示すデータは、補正度データ70としてメインメモリに記憶される。なお、上式(2)で算出された補正度Aは、最終的な値ではない演算中の値であって、以降のステップS16で値が変換されることによって、最終的な補正度Aの値が得られる。ステップS14の次にステップS15の処理が実行される。

20

【0109】

ステップS15において、CPU10は、ステップS14で算出された補正度Aが所定値Rよりも小さいか否かを判定する。所定値Rは、予め定められており、例えば0.4に設定される。ここで、上述したように、本実施形態においては、加速度センサ37によって検出される重力加速度の大きさは“1”であり、また、補正度Aは加速度ベクトルVa1の大きさLと“1”との差の絶対値である(上式(2))。したがって、補正度Aが所定値R以上である場合とは、加速度ベクトルVa1の大きさLが重力加速度の大きさから所定値R以上離れている場合である。ステップS15の判定結果が肯定である場合、ステップS16の処理が実行される。一方、ステップS15の判定結果が否定である場合、以降のステップS16～S21の処理がスキップされて、CPU10は第1補正処理を終了する。

30

【0110】

上記のように、本実施形態では、加速度センサ37によって検出される加速度の大きさLと重力加速度の大きさ(=1)との差が所定の基準(所定値R)よりも小さい場合には補正が行われ、当該大きさLと重力加速度の大きさとの差が所定の基準以上である場合には補正が行われない。ここで、入力装置8が動かされている状態では、重力加速度以外に、入力装置8が動かされることによって生じる慣性による加速度が加速度センサ37によって検出されるので、検出される加速度ベクトルVa1の大きさLが“1”とは異なる値となり、入力装置8が激しく動かされている場合には、大きさLが“1”から大きく離れた値となる。したがって、上記大きさLと重力加速度の大きさとの差が所定の基準以上である場合とは、入力装置8が激しく動かされている場合であると推測される。一方、入力装置8が激しく動かされている場合には、加速度センサ37によって検出される加速度ベクトルVa1に重力加速度以外の成分(上記慣性による加速度の成分)が多く含まれているため、加速度ベクトルVa1の値は、重力方向を示す値としては信頼できないものと推測される。したがって、上記ステップS15の判定処理は、入力装置8が激しく動かされているか否か、換言すれば、加速度ベクトルVa1の値が重力方向を示す値としては信頼できるものであるか否かを判定する処理である。本実施形態においては、上記ステップS15の判定処理によって、加速度ベクトルVa1の値が重力方向を示す値としては信頼

40

50

できない場合には補正を行わず、加速度ベクトル $V a 1$ の値が重力方向を示す値としては信頼できる場合にのみ補正を行うようにしている。これによって、重力方向を示す値としては信頼できない加速度ベクトル $V a 1$ を用いて第 1 の姿勢に対する補正が行われた結果、第 1 の姿勢が正しく補正されなくなることを防止することができる。

【 0 1 1 1 】

ステップ S 1 6 において、CPU 1 0 は、補正度 A の値を変換する。本実施形態では、補正度 A を、検出された加速度ベクトル $V a 1$ の大きさ L が重力加速度の大きさに近いほど 1 に近くなるように、補正度 A を変換する。具体的には、CPU 1 0 は、メインメモリに記憶されている補正度データ 7 0 を読み出し、当該補正度データ 7 0 により示される補正度 A を、以下の式 (3) ~ (5) に従って変換する。

$$A 2 = 1 - (A 1 / R) \quad \dots (3)$$

$$A 3 = A 2 \times A 2 \quad \dots (4)$$

$$A 4 = A 3 \times C 1 \quad \dots (5)$$

上式 (3) ~ (5) において、変数 A 1 は変換前の補正度 (メインメモリに現在記憶されている補正度データ 7 0 により示される値) であり、変数 A 4 がステップ S 1 6 において最終的に変換される補正度である。上式 (3) は、変換前の補正度 A 1 の大きさが重力加速度の大きさ (= 1) に近いほど 1 に近くなるように変換後の補正度 A 2 を得るための式である。上式 (4) は、変換前の補正度 A 2 が 1 に近いほど大きい重みが付されるように変換後の補正度 A 3 を得るための式である。上式 (5) は、補正量の大きさを調整するための式である。すなわち、定数 C 1 は、定数 C 1 の値が大きいほど補正量は大きくなる。定数 C 1 は、予め定められ、 $0 < C 1 \leq 1$ の範囲 (例えば 0 . 0 3) で設定される。以上の式 (3) ~ (5) による変換によって得られた補正度 A 4 を示すデータが、新たな補正度データ 7 0 としてメインメモリに記憶される。上記ステップ S 1 6 の次にステップ S 1 7 の処理が実行される。

【 0 1 1 2 】

なお、本実施形態においては、上式 (3) ~ (5) による変換を行ったが、他の実施形態においては、上式 (3) ~ (5) のうち一部または全部の変換を省略してもよい。ただし、上式 (3) の変換を省略する場合には、後述するステップ S 1 8 で用いる式 (7) において、加速度ベクトル $V a 2$ と重力方向ベクトル (0 , - 1 , 0) とを入れ替える必要がある。

【 0 1 1 3 】

ステップ S 1 7 において、CPU 1 0 は、XYZ 座標系で表現される加速度ベクトル $V a 1$ を xyz 座標系の値 $V a 2$ へと変換する。xyz 座標系における加速度ベクトル $V a 2$ は、正規化された加速度ベクトル $V a 1$ を、前回のフレームにおいて得られた第 1 の姿勢を表す第 1 姿勢行列 M 1 を用いて変換することによって算出される。すなわち、CPU 1 0 は、ステップ S 1 3 においてメインメモリに記憶された (正規化された) 加速度ベクトル $V a 1$ のデータと、第 1 姿勢データ 6 8 とを読み出す。そして、当該加速度ベクトル $V a 1$ と当該第 1 姿勢データ 6 8 により示される第 1 姿勢行列 M 1 とを用いて、xyz 座標系における加速度ベクトル $V a 2$ を算出する。より具体的には、正規化された加速度ベクトル $V a 1 = (n x , n y , n z)$ とし、第 1 姿勢行列 M 1 の各要素を上式 (1) に示す変数とし、xyz 座標系で表現される加速度ベクトル $V a 2 = (v x , v y , v z)$ とすると、加速度ベクトル $V a 2$ は次の式 (6) に従って算出される。

$$v x = X x \times n x + Y x \times n y + Z x \times n z$$

$$v y = X y \times n x + Y y \times n y + Z y \times n z$$

$$v z = X z \times n x + Y z \times n y + Z z \times n z \quad \dots (6)$$

上式 (6) に示されるように、加速度ベクトル $V a 2$ は、回転行列である第 1 姿勢行列 M 1 によって加速度ベクトル $V a 1$ を回転させることによって得ることができる。ステップ S 1 7 において算出された加速度ベクトル $V a 2$ はメインメモリに記憶される。上記ステップ S 1 7 の次にステップ S 1 8 の処理が実行される。

【 0 1 1 4 】

ステップ S 1 8 において、C P U 1 0 は、x y z 座標系で表現される加速度ベクトル $V a 2$ と補正度 A とを用いて補正量ベクトル $V g$ を算出する。補正量ベクトル $V g$ は、上記ステップ S 1 6 による変換後の補正度と、x y z 座標系の鉛直下方向（重力方向）を示すベクトル $(0, -1, 0)$ とを用いて算出される。具体的には、C P U 1 0 は、メインメモリに記憶されている補正度データ 7 0 を読み出し、当該補正度データ 7 0 により示される補正度 A を用いて、以下の式 (7) に従って補正量ベクトル $V g = (g x, g y, g z)$ を算出する。

$$\begin{aligned} g x &= (0 - v x) \times A + v x \\ g y &= (-1 - v y) \times A + v y \\ g z &= (0 - v z) \times A + v z \quad \dots (7) \end{aligned}$$

10

上式 (7) に示されるように、補正量ベクトル $V g$ は、加速度ベクトル $V a 2$ の終点から重力方向ベクトル $(0, -1, 0)$ の終点までを結ぶ線分を $A : (1 - A)$ に内分する点を終点とするベクトルである。したがって、補正量ベクトル $V g$ は、補正度 A の値が大きいくほど、重力方向ベクトルに近づくこととなる。C P U 1 0 は、上式 (7) によって算出された補正量ベクトル $V g$ を示すデータを、補正量ベクトルデータ 7 1 としてメインメモリに記憶する。上記ステップ S 1 8 の次にステップ S 1 9 の処理が実行される。

【 0 1 1 5 】

ステップ S 1 9 において、C P U 1 0 は、上記ステップ S 1 8 で算出された補正量ベクトル $V g$ を正規化する。すなわち、メインメモリに記憶されている補正量ベクトルデータ 7 1 を読み出し、当該補正量ベクトルデータ 7 1 により示されるベクトルを正規化する。そして、正規化されたベクトルを示すデータを新たな補正量ベクトルデータ 7 1 としてメインメモリに記憶する。なお、上記ステップ S 1 9 で算出された補正量ベクトル $V g$ が、図 9 に示すベクトル $v 3$ に相当する。上記ステップ S 1 9 の次にステップ S 2 0 の処理が実行される。

20

【 0 1 1 6 】

ステップ S 2 0 において、C P U 1 0 は、第 1 の姿勢を補正するための補正行列 $M a$ を算出する。補正行列 $M a$ は、x y z 座標系で表現される加速度ベクトル $V a 2$ と、ステップ S 1 9 において正規化された補正量ベクトル $V g$ とに基づいて算出される。具体的には、C P U 1 0 は、ステップ S 1 7 でメインメモリに記憶された加速度ベクトル $V a 2$ と、補正量ベクトルデータ 7 1 を読み出す。そして、上記加速度ベクトル $V a 2$ を補正量ベクトル $V g$ と一致するように回転させる回転行列を算出し、算出された回転行列を補正行列 $M a$ とする。つまり、補正行列 $M a$ は、図 9 に示す角度 $\Delta \theta$ の回転を行う回転行列である。ステップ S 2 0 で算出された補正行列 $M a$ を示すデータは、補正行列データ 7 2 としてメインメモリに記憶される。上記ステップ S 2 0 の次にステップ S 2 1 の処理が実行される。

30

【 0 1 1 7 】

ステップ S 2 1 において、C P U 1 0 は、第 1 の姿勢を示す第 1 姿勢行列 $M 1$ を補正行列 $M a$ で補正する。具体的には、C P U 1 0 は、メインメモリに記憶されている第 1 姿勢データ 6 8 および補正行列データ 7 2 を読み出す。そして、当該第 1 姿勢データ 6 8 により示される第 1 姿勢行列 $M 1$ を、当該補正行列データ 7 2 により示される補正行列 $M a$ によって変換する（第 1 姿勢行列 $M 1$ と補正行列 $M a$ との積を算出する）。変換後の第 1 姿勢行列 $M 1$ が、補正された第 1 の姿勢を示すこととなる。つまり、ステップ S 2 1 の処理は、図 1 0 に示すベクトル $v 1$ を角度 $\Delta \theta$ だけ回転させる処理に相当する。C P U 1 0 は、変換後の第 1 姿勢行列 $M 1$ を示すデータを、新たな第 1 姿勢データ 6 8 としてメインメモリに記憶する。上記ステップ S 2 1 の後、C P U 1 0 は第 1 補正処理を終了する。

40

【 0 1 1 8 】

以上のように、第 1 補正処理においては、加速度センサ 3 7 によって検出された加速度ベクトルと、重力方向ベクトル（図 8 に示すベクトル G ）との間に補正量ベクトル $V g$ を算出し（ステップ S 1 8 および S 1 9）、この補正量ベクトル $V g$ により表される補正量（補正行列 $M a$ 。図 9 に示す角度 $\Delta \theta$ ）だけ第 1 の姿勢を補正した（ステップ S 2 1）。

50

これによって、ジャイロセンサ 55 および 56 から算出される第 1 の姿勢（図 8 に示すベクトル v_1 または角度 θ_1 ）を、加速度センサ 37 によって決められる第 2 の姿勢（図 8 に示す角度 θ_2 ）に近づける補正を行うことができる。かかる補正を行うことにより、より正確な値となるように第 1 の姿勢を補正することができる。

【0119】

また、第 1 補正処理においては、加速度ベクトル $V_a 1$ が信頼できる場合ほど（加速度ベクトル $V_a 1$ の大きさ L と重力加速度の大きさとの差が小さいほど）、補正度 A の値が大きくなり、その結果、第 1 の姿勢は第 2 の姿勢により近づくように補正される。つまり、加速度ベクトル $V_a 1$ が信頼できる場合ほど、補正量が大きくなり、補正後の第 1 の姿勢に第 2 の姿勢が強く反映されることとなる。このように、本実施形態によれば、加速度センサベクトル $V_a 1$ の信頼度に応じて第 1 補正処理における補正量が決まるので、補正量を当該信頼度に応じて適切に決定することができ、ひいては入力装置 8 の姿勢をより正確に算出することができる。

【0120】

なお、本実施形態においては、上記ステップ S 18 で算出される補正量ベクトル V_g は、加速度ベクトル $V_a 2$ の終点から重力方向ベクトルの終点までを結ぶ線分を $A : (1 - A)$ に内分する点を終点とするベクトルであって、補正度 A の値が大きいほど重力方向ベクトルに近づくベクトルであった。ここで、他の実施形態において、補正度 A の算出方法によっては、補正量ベクトル V_g は、重力方向ベクトルの終点と加速度ベクトル $V_a 2$ の終点とを $(1 - A) : A$ に内分する点を終点とするベクトルであって、補正度 A の値が小さいほど重力方向ベクトルに近づくベクトルとしてもよい。このとき、上記ステップ S 20 においては、上記補正量ベクトル V_g を重力方向と一致するように回転させる回転行列を算出し、算出された回転行列を補正行列 M_a とすればよい。これによっても、本実施形態と同様に補正を行うことができる。

【0121】

図 14 の説明に戻り、ステップ S 5 の次のステップ S 6 において、CPU 10 は、前述した第 2 補正処理を実行する。第 2 補正処理は、マーカ座標データを用いて第 1 の姿勢を補正する処理である。以下、図 16 を参照して、第 2 補正処理の詳細を説明する。

【0122】

図 16 は、図 14 に示す第 2 補正処理（ステップ S 6）の流れを示すフローチャートである。第 1 補正処理においては、まずステップ S 31 において、CPU 10 は、入力装置 8 の撮像手段（撮像素子 40）によってマーカ部 6 が撮像されているか否かを判定する。ステップ S 31 の判定は、メインメモリに記憶されているマーカ座標データ 65 を参照することによって行うことができる。ここでは、マーカ座標データ 65 が 2 つのマーカ座標を示す場合、マーカ部 6 が撮像されていると判定し、マーカ座標データ 65 が 1 つのマーカ座標のみを示す場合、または、マーカ座標がないことを示す場合、マーカ部 6 が撮像されていないと判定する。ステップ S 31 の判定結果が肯定である場合、以降のステップ S 32 ~ S 37 の処理が実行される。一方、ステップ S 31 の判定結果が否定である場合、以降のステップ S 32 ~ S 37 の処理がスキップされ、CPU 10 は、第 2 補正処理を終了する。このように、撮像素子 40 によってマーカ部 6 が撮像されていない場合には、撮像素子 40 から得られるデータを用いて入力装置 8 の姿勢を算出することができないので、この場合には第 2 補正処理において補正は行われない。

【0123】

ステップ S 32 において、CPU 10 は、マーカ座標データに基づいてロール姿勢成分 M_{3r} を算出する。ロール姿勢成分 M_{3r} は、撮像画像内でのマーカ部 6 の向きに基づいて、すなわち、マーカ座標データ 65 により示される 2 つのマーカ座標を結ぶ線の傾きに基づいて算出される。以下、図 17 を参照して、ロール姿勢成分 M_{3r} の算出方法の例を説明する。

【0124】

図 17 は、撮像画像に対応する 2 次元座標を示す図である。図 17 に示されるように、

本実施形態においては、撮像画像における位置を表すための２次元座標系（ x' 、 y' 座標系）は、撮像画像の範囲を $-1 \leq x' \leq 1$ 、 $-1 \leq y' \leq 1$ で表すものとする。 x' 、 y' 座標系は、入力装置８が基準姿勢（入力装置８の撮像方向がマーカ部６の中央を向き、かつ、コントローラ５のボタン面が鉛直上向きとなる姿勢）にある場合に、撮像画像において鉛直下向きが y' 軸正方向となり、右向きが x' 軸正方向となるように設定されるものとする。また、図１７に示す点Ｐ１および点Ｐ２はマーカ座標の位置を示し、点Ｐ３は点Ｐ１と点Ｐ２との中点である。図１７に示すベクトル v_{10} は、点Ｐ１を始点とし、点Ｐ２を終点とするベクトルである。

【０１２５】

ロール姿勢成分 M_{3r} を算出するために、ＣＰＵ１０はまず、マーカ座標データ６５を読み出し、当該マーカ座標データ６５により示される２つのマーカ座標から上記ベクトル v_{10} を算出する。さらに、ベクトル v_{10} を正規化したベクトル（ h_x 、 h_y ）を算出する。このベクトル（ h_x 、 h_y ）は、入力装置８が上記基準姿勢にある場合に x 軸正方向を向き、入力装置８のロール方向の回転に応じて向きが変化する。ベクトル（ h_x 、 h_y ）がロール方向の姿勢に対応しているので、ロール姿勢成分 M_{3r} は、このベクトル（ h_x 、 h_y ）に基づいて算出することができる。具体的には、ＣＰＵ１０は、次の式（８）に従ってロール姿勢成分 M_{3r} を算出する。

10

【数２】

$$M_{3r} = \begin{bmatrix} h_x & -h_y & 0 \\ h_y & h_x & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots (8)$$

20

上式（８）によって算出された行列を示すデータは、ロール姿勢成分データ７３としてメインメモリに記憶される。ステップＳ３２の次にステップＳ３３の処理が実行される。

【０１２６】

ステップＳ３３において、ＣＰＵ１０は、マーカ座標データに基づいてヨー姿勢成分 M_{3y} を算出する。ヨー姿勢成分 M_{3y} は、撮像画像内でのマーカ部６の向きおよび位置に基づいて算出される。以下、図１７を参照して、ヨー姿勢成分 M_{3y} の算出方法の例を説明する。

30

【０１２７】

まず、ＣＰＵ１０は、マーカ座標データ６５を読み出し、当該マーカ座標データ６５により示される２つのマーカ座標の中点を算出する。本実施形態では、マーカ部６の位置として当該中点の位置を用いる。さらに、ＣＰＵ１０は、算出された中点の座標を、 x' 、 y' 座標系の原点を中心として、入力装置８のロール方向に関する回転角度だけ（入力装置８の回転方向とは逆方向に）回転させた座標（ p_x 、 p_y ）を算出する。換言すれば、中点の座標は、原点を中心として、上記ベクトル（ h_x 、 h_y ）が x 軸正方向を向くように回転される。入力装置８が水平方向（ x 軸方向）に関してマーカ部６と同じ位置（すなわち、マーカ部６の正面の位置）にあるとすれば、上記のようにして得られた回転後の座標（ p_x 、 p_y ）から、ヨー方向に関する姿勢を算出することができる。

40

【０１２８】

次に、ＣＰＵ１０は、上記中点の回転後の座標（ p_x 、 p_y ）と、マーカ部６が x' 軸方向の端に位置する場合のヨー方向の角度（限界角度） $\theta_{y'}$ とに基づいて、ヨー方向に関する回転角度 θ_y を算出する。ここで、上記限界角度 $\theta_{y'}$ と、上記限界角度 θ_{y1} となる場合における上記中点の回転後の x 座標値 $p_{x'}$ とは予め求めておくことができる。したがって、 p_x と $p_{x'}$ との比が、 θ_y と $\theta_{y'}$ との比に等しくなることを用いて、ヨー方向に関する回転角度 θ_y を算出することができる。具体的には、ヨー方向に関する回転角度 θ_y は、次の式（９）によって算出することができる。

$$\theta_y = p_x \times \theta_{y'} / p_{x'} \dots (9)$$

50

なお、マーカ部 6 の水平方向の長さを無視する場合、上記限界角度 $\theta y'$ は、コントローラ 5 の画角の $1/2$ とし、上記 px' の値は “ 1 ” とすることができる。

【 0 1 2 9 】

最後に、CPU 10 は、上式 (9) により算出された角度 θy の回転を行う回転行列をヨー姿勢成分 $M3y$ として算出する。具体的には、ヨー姿勢成分 $M3y$ は次の式 (10) によって算出される。

【 数 3 】

$$M3y = \begin{bmatrix} \cos \theta y & 0 & -\sin \theta y \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta y & 0 & \cos \theta y \end{bmatrix} \cdots (10) \quad 10$$

上式 (10) によって算出された行列を示すデータが、ヨー姿勢成分データ 74 としてメインメモリに記憶される。以上のステップ S 33 の次にステップ S 34 の処理が実行される。

【 0 1 3 0 】

ステップ S 34 において、CPU 10 は、ロール姿勢成分 $M3r$ とヨー姿勢成分 $M3y$ とを合成する。すなわち、メインメモリからロール姿勢成分データ 73 およびヨー姿勢成分データ 74 を読み出し、各データ 73 および 74 により示されるロール姿勢成分 $M3r$ とヨー姿勢成分 $M3y$ とを積算する。ステップ S 34 の次にステップ S 35 の処理が実行される。

20

【 0 1 3 1 】

ステップ S 35 において、CPU 10 は、第 1 の姿勢に基づいてピッチ姿勢成分 $M3p$ を算出する。なお、本実施形態の処理とは異なるが、ピッチ姿勢成分 $M3p$ についても、ヨー姿勢成分 $M3y$ と同様の方法で、上記座標 (px, py) の y 座標値に基づいて算出することが可能である。ただし、上記座標 (px, py) を用いてヨー方向 (ピッチ方向) の姿勢を算出する方法は、入力装置 8 が水平方向 (ピッチ方向の場合は鉛直方向) に関してマーカ部 6 と同じ位置にあることを前提として成り立つ方法である。本実施形態のゲームシステム 1 においては、プレイヤは、水平方向に関してマーカ部 6 (テレビ 2) のほぼ正面の位置で入力装置 8 を操作すると考えられるので、「入力装置 8 が水平方向に関してマーカ部 6 と同じ位置にある」ことを前提して、上記ステップ S 33 の方法によってヨー方向の姿勢を算出することが可能である。一方、プレイヤは、立って入力装置 8 を操作することも座って入力装置 8 を操作することも考えられ、また、マーカ部 6 の位置もテレビ 2 の画面の上側に配置されることも下側に配置されることも考えられる。そのため、本実施形態のゲームシステム 1 においては、「入力装置 8 が鉛直方向に関してマーカ部 6 と同じ位置にある」ことを必ずしも前提にできないため、上記座標 (px, py) を用いてピッチ方向の姿勢を算出することを行わないようにしてもよい。

30

【 0 1 3 2 】

そこで、本実施形態においては、ピッチ姿勢成分 $M3p$ については、第 1 の姿勢をそのまま用いることとする (したがって、第 2 補正処理においては、ピッチ方向に関しては補正が行われない)。具体的には、CPU 10 は、メインメモリから第 1 姿勢データ 68 を読み出す。そして、第 1 姿勢データ 68 により示される第 1 姿勢行列 $M1$ の各要素を用いて、ピッチ方向に関する回転角度 θp を、次の式 (11) に従って算出する。

40

$$\begin{aligned} \cos(\theta p) &= (Zx \times Zx + Zz \times Zz)^{1/2} \\ \sin(\theta p) &= Zy \end{aligned} \cdots (11)$$

上式 (11) における変数 Zx, Zy, Zz は、上式 (1) において示した第 1 姿勢行列 $M1$ の要素である。なお、ここで用いられる第 1 姿勢行列 $M1$ は、今回の処理ループにおいて第 1 補正処理が行われた後の第 1 姿勢行列 $M1$ である。さらに、CPU 10 は、上式 (11) で算出した $\cos(\theta p)$ および $\sin(\theta p)$ を用いて、次の式 (12) に従

50

ってピッチ姿勢成分 M_{3p} の行列を算出する。

【数 4】

$$M_{3p} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_p & \sin \theta_p \\ 0 & -\sin \theta_p & \cos \theta_p \end{bmatrix} \cdots (12)$$

上式 (12) によって算出された行列を示すデータが、ピッチ姿勢成分データ 75 としてメインメモリに記憶される。以上のステップ S 35 の次にステップ S 36 の処理が実行される。

10

【0133】

ステップ S 36 において、CPU 10 は、ロール方向、ヨー方向、およびピッチ方向の各姿勢成分に基づいて第 3 の姿勢を算出する。第 3 の姿勢は、ロール姿勢成分 M_{3r} とヨー姿勢成分 M_{3y} との合成結果に、ピッチ姿勢成分 M_{3p} をさらに合成することによって得られる。具体的には、CPU 10 は、メインメモリからピッチ姿勢成分データ 75 を読み出し、当該ピッチ姿勢成分データ 75 により示されるピッチ姿勢成分 M_{3p} を、ステップ S 34 で算出された行列に積算する。算出された行列を示すデータは、第 3 姿勢データ 76 としてメインメモリに記憶される。ステップ S 36 の次にステップ S 37 の処理が実行される。

20

【0134】

ステップ S 37 において、CPU 10 は、第 3 の姿勢を用いて第 1 の姿勢を補正する。ステップ S 37 における補正は、第 1 姿勢行列 M_1 を第 3 姿勢行列 M_3 に所定の割合 (下記の定数 C_2) で近づけることによって行われる。CPU 10 は、メインメモリから第 1 姿勢データ 68 および第 3 姿勢データ 76 を読み出す。そして、第 1 姿勢データ 68 により示される第 1 姿勢行列 M_1 と、第 3 姿勢データ 76 により示される第 3 姿勢行列 M_3 とを用いて、次の式 (13) に従って補正を行う。

$$M_1 = (M_3 - M_1') \times C_2 + M_1' \cdots (13)$$

上式 (13) において、変数 M_1' は補正前の第 1 姿勢行列である。また、定数 C_2 は、 $0 < C_2 < 1$ の範囲で予め設定され、例えば 0.1 に設定される。上式 (13) によって算出された補正後の第 1 姿勢行列 M_1 を示すデータが、新たな第 1 姿勢データ 68 としてメインメモリに記憶される。上記ステップ S 37 の後、CPU 10 は第 2 補正処理を終了する。

30

【0135】

以上のように、第 2 補正処理においては、撮像画像 (マーカ座標) から第 3 の姿勢を算出し、第 1 の姿勢を第 3 の姿勢に近づけるように補正することとした。この補正によって、より正確な値となるように第 1 の姿勢を補正することが可能である。なお、本実施形態においては、ロール方向およびヨー方向の姿勢についてのみ撮像画像から第 3 の姿勢を算出したが、上述のように、ピッチ方向についても撮像画像から第 3 の姿勢を算出することは可能であり、他の実施形態においては、ロール方向、ヨー方向、およびピッチ方向について撮像画像から第 3 の姿勢を算出してもよい。また、第 2 補正処理においては、ロール方向、ヨー方向、およびピッチ方向のうち少なくとも 1 方向について第 3 の姿勢を算出すればよい。

40

【0136】

図 14 の説明に戻り、ステップ S 6 の次のステップ S 7 において、CPU 10 は、補正後の第 1 の姿勢を用いたゲーム処理を実行する。このゲーム処理は、補正後の第 1 の姿勢を表す第 1 姿勢行列 M_1 を入力値としてゲーム結果に反映させる処理であればどのような処理であってもよい。例えば、仮想のゲーム空間内のオブジェクトを、第 1 姿勢行列 M_1 により示される姿勢となるように制御して表示する処理であってもよいし、第 1 姿勢行列 M_1 により示される姿勢と所定の姿勢との角度に応じた速度で上記オブジェクトを移動さ

50

せるように制御して表示する処理であってもよい。ステップ S 7 の次にステップ S 8 の処理が実行される。

【0137】

ステップ S 8 において、CPU 10 は、ゲームを終了するか否かを判定する。ステップ S 8 の判定は、例えば、ゲームがクリアされたか否か、ゲームオーバーとなったか否か、プレイヤーがゲームを中止する指示を行ったか否か等によって行われる。ステップ S 8 の判定結果が否定である場合、ステップ S 3 の処理が再度実行される。以降、ステップ S 8 でゲームを終了すると判定されるまで、ステップ S 3 ~ S 8 の処理ループが繰り返し実行される。一方、ステップ S 8 の判定結果が肯定である場合、CPU 10 は、図 14 に示すゲーム処理を終了する。以上で、ゲーム処理の説明を終了する。

10

【0138】

以上のように、本実施形態においては、ジャイロセンサ 55 および 56 によって検出された角速度から入力装置 8 の第 1 の姿勢を算出し (ステップ S 4)、第 1 の姿勢を第 1 補正処理 (S 5) および第 2 補正処理 (S 6) によって補正した。そして、補正後の第 1 の姿勢を用いてゲーム処理を実行する (ステップ S 7) ので、CPU 10 は、入力装置 8 の正確な姿勢に基づいたゲーム処理を実行することができる。これによれば、例えば、入力装置 8 の姿勢をゲーム空間内のオブジェクトの姿勢に対して正確に反映させることができるので、ゲーム操作の操作性を向上することができる。

【0139】

[変形例]

20

なお、上記実施形態においては、3 軸回りの角速度を検出するジャイロセンサを用いて、3 次元の姿勢を算出する場合を例として説明したが、図 8 ~ 図 12 に示したように、2 次元平面上における姿勢 (回転角度) を算出する場合においても本発明を適用することが可能である。なお、2 次元平面上における姿勢は、2 軸回りの角速度を 2 軸ジャイロセンサで検出することによって算出してもよいし、所定の 1 軸回りの角速度を 1 軸ジャイロセンサで検出することによって算出してもよい。

【0140】

また、他の実施形態においては、第 2 補正処理は、入力装置 8 がマーカ部 6 を撮像していると推測される場合にのみ、実行されるようにしてもよい。具体的には、CPU 10 は、第 2 補正処理を実行する前に、入力装置 8 (撮像手段) がマーカ部 6 を撮像可能な向きを向いているか否かを判定する。この判定は、第 1 の姿勢あるいは第 2 の姿勢を用いて行うことができる。例えば、第 1 の姿勢 (または第 2 の姿勢) が、入力装置 8 の撮像方向が入力装置 8 からマーカ部 6 への向きに対して同じ向きかそれとも逆向きかを判定するようにしてもよい。また、上記の判定に用いられる第 1 の姿勢は、前回の処理ループにおいて第 1 および第 2 補正処理が行われた第 1 の姿勢であってもよいし、今回の処理ループにおいて算出されて第 1 補正処理が行われた第 1 の姿勢であってもよい。

30

【0141】

上記の判定の結果、CPU 10 は、入力装置 8 がマーカ部 6 を撮像可能な向きを向いていると判定される場合、第 2 補正処理を実行し、マーカ部 6 を撮像可能な向きを向いていないと判定される場合、第 2 補正処理をスキップする。なお、マーカ部 6 でない物 (例えば、部屋の電灯や窓の外の太陽光等) がマーカ部 6 と誤検出されることがあり、誤検出によって得られたマーカ座標を用いて第 3 の姿勢が算出される場合、かかる第 3 の姿勢を用いて第 2 補正処理を行っても正確に補正を行うことができない。これに対して、上記の判定処理を行うことにより、誤検出によって得られたマーカ座標から算出される第 3 の姿勢を用いて第 2 補正処理が行われることを防止することができる。これによって、第 2 補正処理をより正確に行うことができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0142】

以上のように、本発明は、ジャイロセンサを用いて入力装置の姿勢を正確に算出すること等を目的として、例えば入力装置の姿勢に応じたゲーム処理を行うゲーム装置またはゲ

50

ームプログラム等として利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 3 】

【図 1】ゲームシステムの外観図

【図 2】ゲーム装置の機能ブロック図

【図 3】入力装置の外観構成を示す斜視図

【図 4】コントローラの外観構成を示す斜視図

【図 5】コントローラの内部構造を示す図

【図 6】コントローラの内部構造を示す図

【図 7】入力装置の構成を示すブロック図

10

【図 8】第 1 の姿勢および第 2 の姿勢を示すベクトルを示す図

【図 9】補正量を示すベクトル v_3 を示す図

【図 10】第 1 補正処理による補正後の第 1 の姿勢を示すベクトルを示す図

【図 11】第 1 の姿勢および第 3 の姿勢を示すベクトルを示す図

【図 12】第 2 補正処理による補正後の第 1 の姿勢を示す図

【図 13】ゲーム装置のメインメモリに記憶される主なデータを示す図

【図 14】ゲーム装置において実行される処理の流れを示すメインフローチャート

【図 15】図 14 に示す第 1 補正処理（ステップ S 5）の流れを示すフローチャート

【図 16】図 14 に示す第 2 補正処理（ステップ S 6）の流れを示すフローチャート

【図 17】撮像画像に対応する 2 次元座標を示す図

20

【符号の説明】

【 0 1 4 4 】

1 ゲームシステム

2 テレビ

3 ゲーム装置

4 光ディスク

5 コントローラ

6 マーカ部

7 ジャイロセンサユニット

8 入力装置

30

10 CPU

11c GPU

11e 内部メインメモリ

12 外部メインメモリ

63 角速度データ

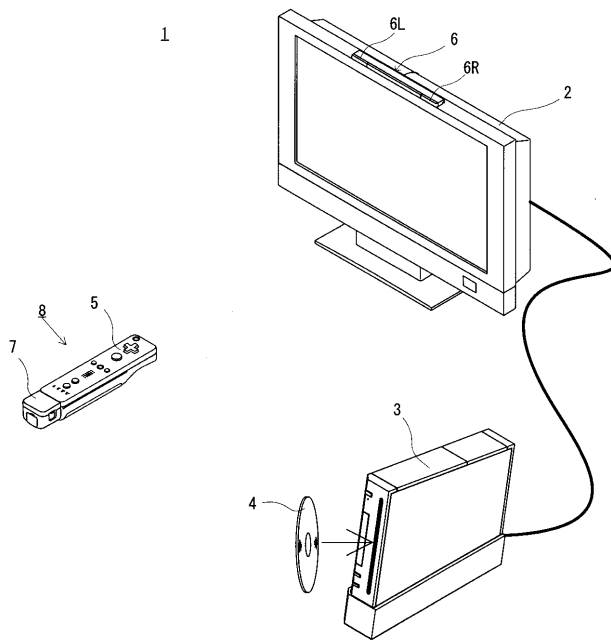
64 加速度データ

65 マーカ座標データ

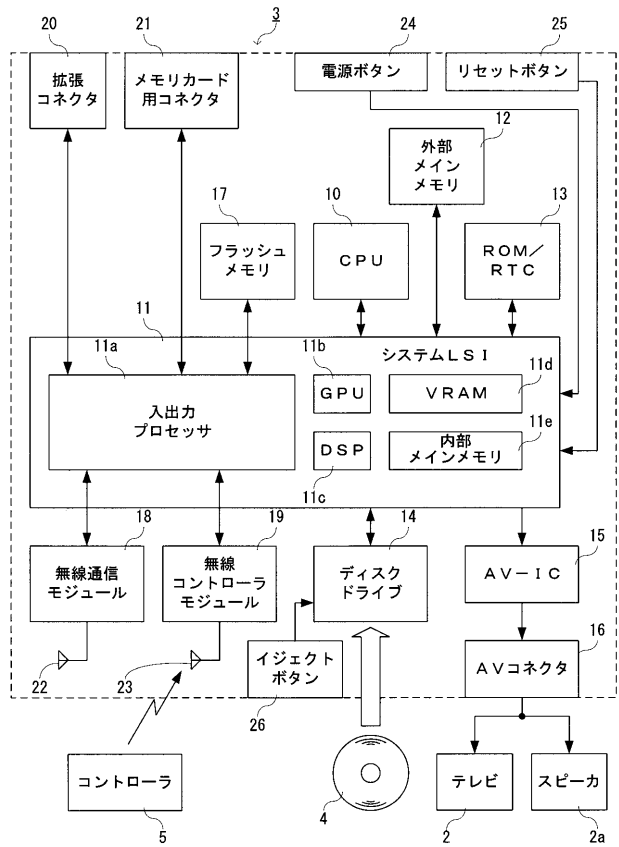
68 第 1 姿勢データ

76 第 3 姿勢データ

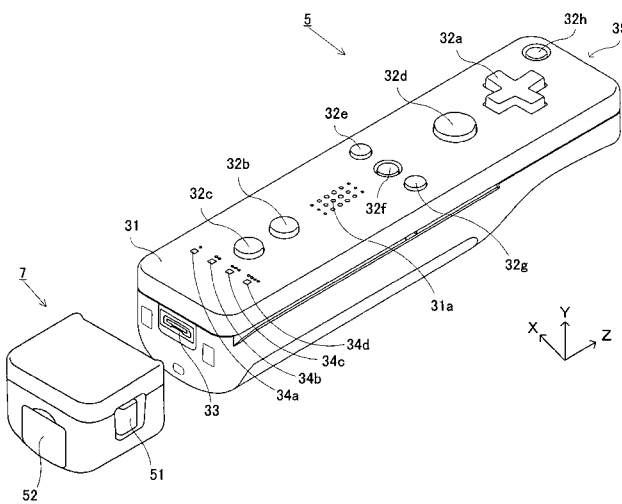
【図 1】



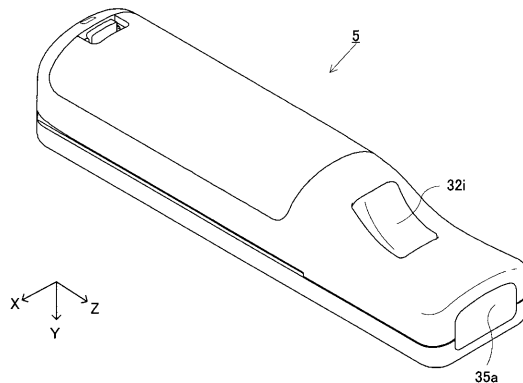
【図 2】



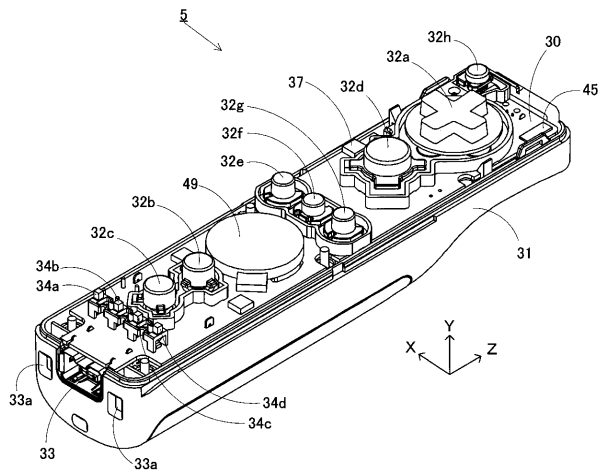
【図 3】



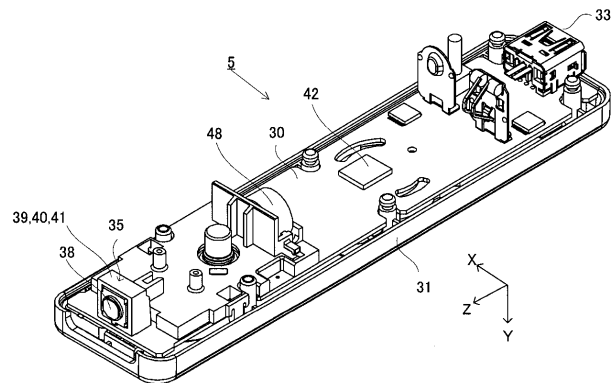
【図 4】



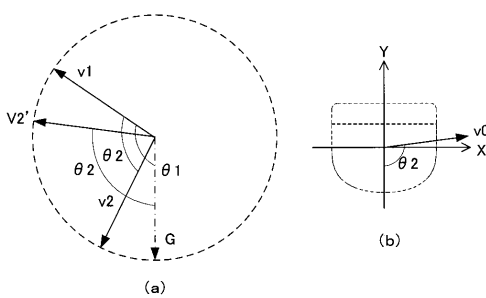
【図 5】



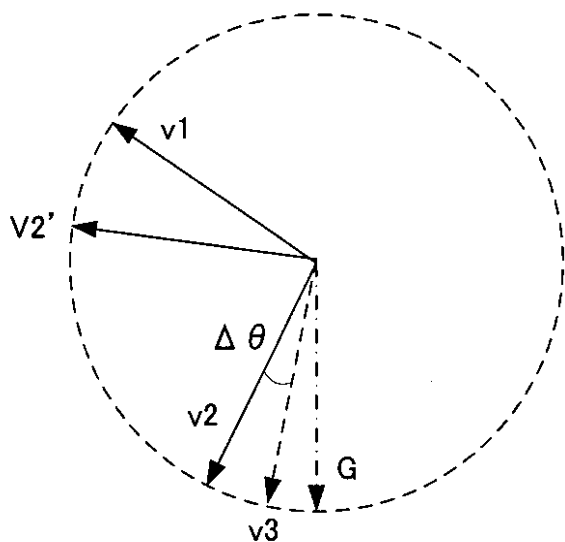
【図 6】



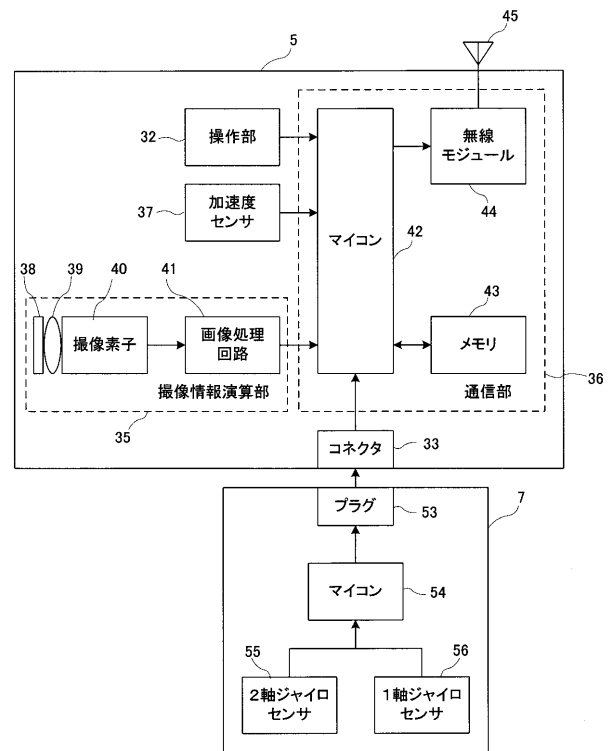
【図 8】



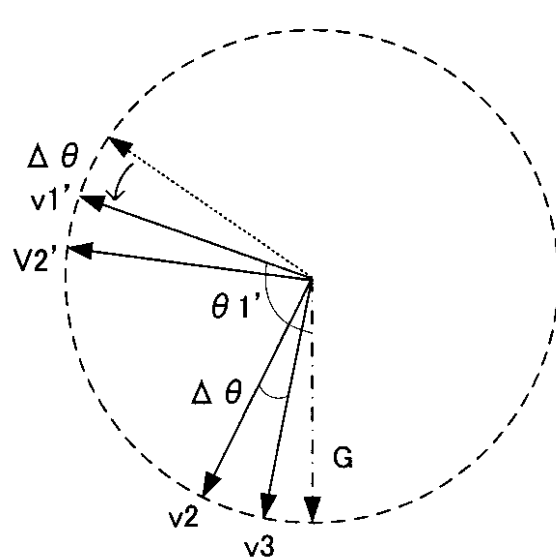
【図 9】



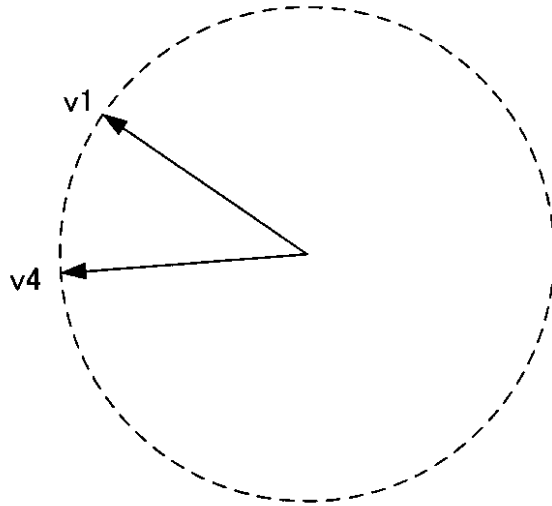
【図 7】



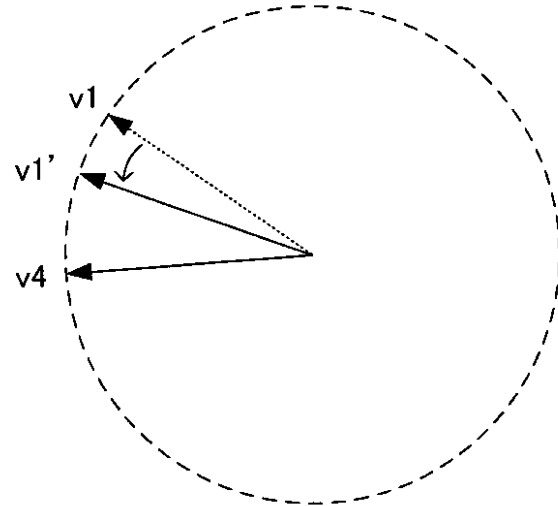
【図 10】



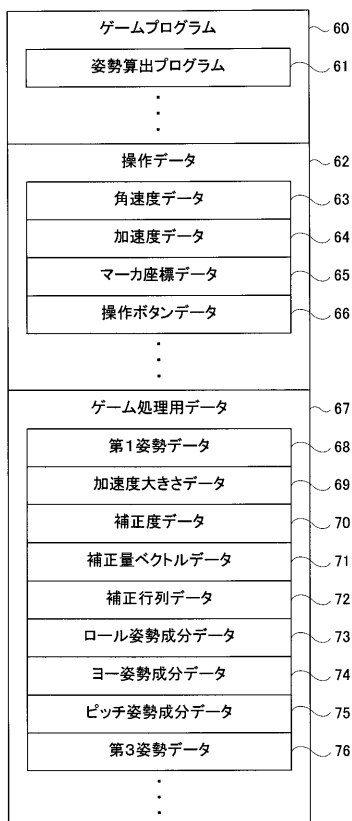
【図 1 1】



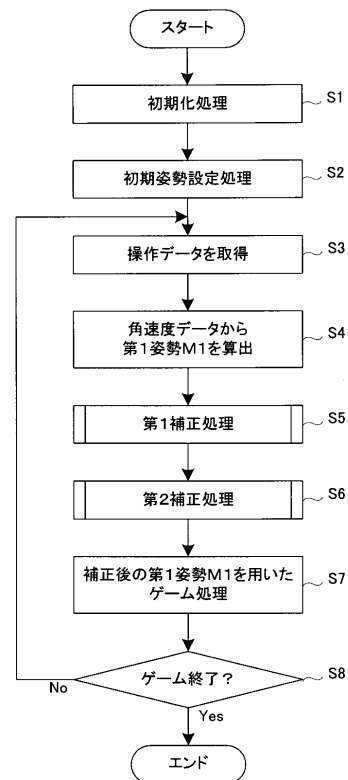
【図 1 2】



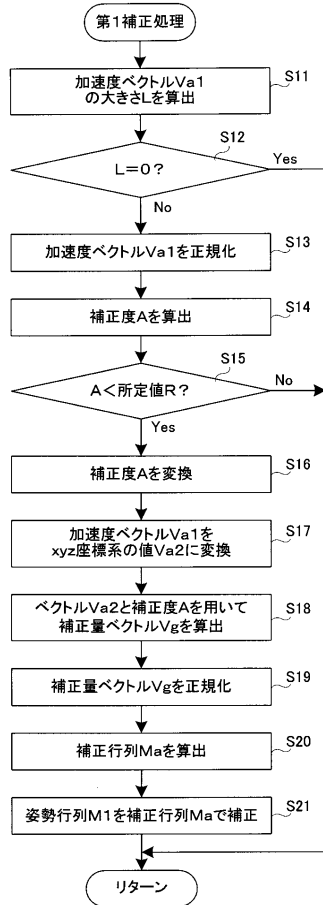
【図 1 3】



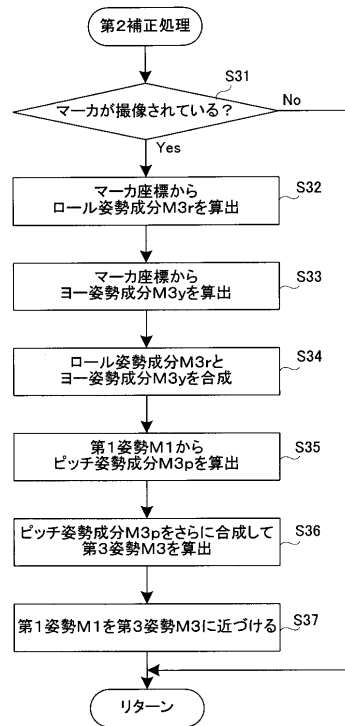
【図 1 4】



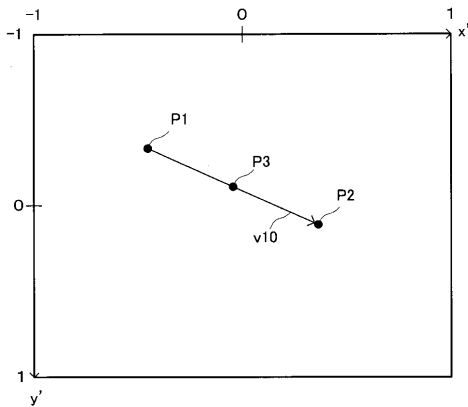
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【手続補正書】

【提出日】平成20年9月19日(2008.9.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ジャイロセンサと、加速度センサと、撮像手段とを少なくとも備えた入力装置からデータを取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置であって、

前記ジャイロセンサが検出する角速度に基づいて前記入力装置の第 1 の姿勢を算出する姿勢算出手段と、

前記加速度センサが検出する加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第 2 の姿勢とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第 1 の姿勢が前記第 2 の姿勢に近くなるように前記第 1 の姿勢を前記第 2 の姿勢へと近づける補正を行う第 1 補正手段と、

前記撮像手段が撮像する画像内での所定の撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第 3 の姿勢とし、当該第 3 の姿勢に所定の割合で前記第 1 の姿勢を近づける補正を行う第 2 補正手段とを備え、

前記第 1 補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさとの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行い、

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きに基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向に関する姿勢を算出する、姿勢算出装置。

【請求項 2】

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いているか否かを前記第 1 の姿勢に基づいて判定し、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いている場合のみ、前記補正を行う、請求項 1 に記載の姿勢算出装置。

【請求項 3】

前記第 2 補正手段は、前記第 1 補正手段による補正後の第 1 の姿勢に対して補正を行う、請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出装置によって補正された前記第 1 の姿勢を前記入力装置の姿勢として用いてゲーム処理を行うゲーム装置。

【請求項 5】

ジャイロセンサと、加速度センサと、撮像手段とを少なくとも備えた入力装置からデータを取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置のコンピュータにおいて実行される姿勢算出プログラムであって、

前記ジャイロセンサが検出する角速度に基づいて前記入力装置の第 1 の姿勢を算出する姿勢算出手段と、

前記加速度センサが検出する加速度データが示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第 2 の姿勢とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第 1 の姿勢が前記第 2 の姿勢に近くなるように前記第 1 の姿勢を前記第 2 の姿勢へと近づける補正を行う第 1 補正手段と、

前記撮像手段が撮像する画像内での所定の撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第 3 の姿勢とし、当該第 3 の姿勢に所定の割合で前記第 1 の姿勢を近づける補正を行う第 2 補正手段として前記コンピュータを機能させ、

前記第 1 補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさととの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行い、

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きに基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第 3 の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向に関する姿勢を算出する、姿勢算出プログラム。

【請求項 6】

前記第 2 補正手段は、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いているか否かを前記第 1 の姿勢に基づいて判定し、前記撮像手段が前記所定の撮像対象を撮像可能な向きを向いている場合のみ、前記補正を行う、請求項 5 に記載の姿勢算出プログラム。

【請求項 7】

前記第 2 補正手段は、前記第 1 補正手段による補正後の第 1 の姿勢に対して補正を行う、請求項 5 または請求項 6 に記載の姿勢算出プログラム。

【請求項 8】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の姿勢算出プログラムによって補正された前記第 1 の姿勢を前記入力装置の姿勢として用いてゲーム処理を行うゲームプログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明は、ジャイロセンサ(55, 56)と、加速度センサ(37)と、撮像手段(撮像素子40)とを少なくとも備えた入力装置(8)からデータ(操作データ)を取得し、当該入力装置の姿勢を算出する姿勢算出装置(ゲーム装置3)である。姿勢算出装置は、姿勢算出手段(ステップS4を実行するCPU10。以下、単にステップ番号のみを記載する。)と、第1補正手段(S5)と、第2補正手段(S6)とを備える。姿勢算出手段は、ジャイロセンサが検出する角速度(角速度データ63)に基づいて前記入力装置の第1の姿勢(第1姿勢データ68)を算出する。第1補正手段は、前記加速度センサが検出する加速度データ(64)が示す加速度の向きが鉛直下向きとなる場合における前記入力装置の姿勢を第2の姿勢(角度 θ_2)とし、前記加速度の大きさが重力加速度の大きさに近いほど前記第1の姿勢(角度 θ_1)が前記第2の姿勢に近くなるように前記第1の姿勢を前記第2の姿勢へと近づける補正を行う(S18, S21)。第2補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での前記撮像対象の向きおよび / または位置から算出される前記入力装置の姿勢を第3の姿勢(第3姿勢データ76)とし、当該第3の姿勢に所定の割合で前記第1の姿勢を近づける補正を行う(S37)。さらに、前記第1補正手段は、前記加速度の大きさと重力加速度の大きさととの差が所定の基準より小さい場合にのみ前記補正を行う(S15)。前記第2補正手段は、前記撮像手段が撮像する画像内での所定の撮像対象の向きに基づいて、前記第3の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのロール方向に関する姿勢(ロール姿勢成分データ73)を算出するとともに、当該画像内での前記撮像対象の位置に基づいて、前記第3の姿勢のうち、前記撮像手段の撮像方向を基準としたときのピッチおよび / またはヨー方向(実施形態では、ヨー方向のみ)に関する姿勢(ヨー姿勢成分データ74)を算出する。